



Editora
Bernoulli

BIOLOGIA

Volume 06





BIOLOGIA Volume 06

Frente A

11 3 Mitose e meiose
Autor: Marcos Lemos

12 15 Embriologia
animal Autor: Marcos
Lemos

Frente B

11 35 Sistema urinário
Autor: Marcos Lemos

12 43 Sistema
reprodutor Autor:
Marcos Lemos

Frente C

21 59 Ecossistemas
Autor: Marcos Lemos

22 73 Sucessão

ecológica Autor: Marcos
Lemos

23 81 Ciclos
biogeoquímicos Autor:
Marcos Lemos

24 89 Desequilíbrios
ambientais Autor:
Marcos Lemos

Sumário - Biologia Frente D

21 105 Histologia vegetal Autor: Marcos
Lemos

22 113 Organologia
vegetal Autor: Marcos
Lemos

23 123 Fisiologia
vegetal Autor: Marcos
Lemos

24 131 Hormônios e
movimentos vegetais

2 Coleção Estudo

Biologia MÓDULO FRENTE Mitose e meiose 11 A

Durante o seu ciclo de vida, uma célula eucariota Assim, quando uma célula inicia um processo de divisão, ela

pode passar pelas seguintes fases: **intérfase**, **prófase**, já está com o seu material genético duplicado. Dessa forma,

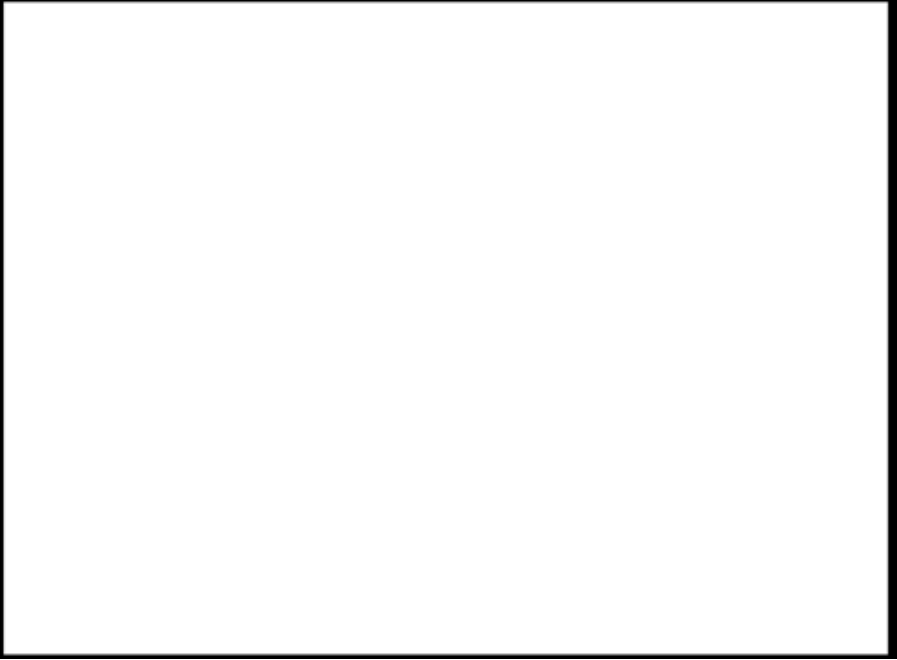
metáfase, **anáfase** e **telófase**. Quando está em prófase, podemos dividir a intérfase em três subfases ou períodos:

metáfase, anáfase e telófase, a célula encontra-se em G_1 , S e G_2 .^{1 2} processo de divisão ou reprodução celular; quando em

intérfase, a célula não se encontra em divisão. Assim, temos: **Intérfase**



Subfase G_1 : Período que antecede a duplicação do 1



Fases do ciclo celular: Intérfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase. A célula possui cromossomos simples.

O período G parece ter um papel fundamental no controle 1

Fases da divisão celular: Prófase, metáfase, anáfase e da divisão celular. Durante esse período, algum mecanismo, ainda desconhecido, determina se a célula entrará ou não num telófase. processo de divisão. Recentemente, foi descoberto um gene

específico, necessário para que a divisão celular ocorra. Esse

Para entendermos as modificações que ocorrem nas gene é muito semelhante em organismos diferentes, como

células durante as fases da divisão, precisamos ver algumas um homem e uma levedura. características que as mesmas possuem quando se encontram

em intérfase, isto é, quando não estão em divisão. **Subfase S:** Período em que está ocorrendo a duplicação

do material genético (DNA).

A intérfase apresenta as seguintes características:

• **Subfase G** : Período em que todo o material genético já 2 **Carioteca íntegra (inteira)** – Essa membrana se encontra duplicado. A célula possui cromossomos duplos. separa o material citoplasmático do material nuclear.

Na prófase (primeira fase da divisão), a carioteca

se rompe em diversos fragmentos e, com isso, Pelo que acabamos de ver, se tivermos uma célula em

misturam-se os materiais citoplasmático e nuclear, intérfase, pertencente a uma espécie em que $2n = 4$,

deixando de existir uma nítida separação entre o essa célula terá 4 cromossomos simples na subfase G e 4 ₁ núcleo e o citoplasma. Na última fase da divisão, cromossomos duplos quando estiver em G . 2 isto é, na telófase, uma nova carioteca será formada

a partir do retículo endoplasmático. $2n = 4$ G S G

• _{1 2} **Nucléolo(s) visível(eis)** – O nucléolo é uma

formação globosa resultante da concentração de inúmeras moléculas de RNA-r, produzidas a partir da zona SAT existente em certos cromossomos.

Na prófase, essas moléculas se espalham pela célula

e associam-se a moléculas de proteínas, formando

os ribossomos. Assim, o nucléolo deixa de ser visto simples 4 cromossomos
Duplicação dos 4 cromossomos cromossomos duplos

(desaparecimento do nucléolo). Na telófase (última

fase da divisão), formam-se novos nucléolos a partir Uma célula
diploide humana de um indivíduo normal

das zonas SAT de certos cromossomos. terá 46 cromossomos simples em G₁ e 46 cromossomos₁

- **Cromatina organizada formando finíssimos duplos em G₂**

cromonemas. Esses filamentos apresentam regiões medir a quantidade de DNA presente no núcleo das células. Assim, se medirmos o teor de DNA na subfase G₁, de eucromatina (distendida) e de heterocromatina₁ encontraremos uma quantidade X de DNA; na subfase S, (espiralada). Ao começar a divisão celular, as regiões finíssimos filamentos que alguns autores denominam Através de um aparelho chamado citofotômetro, é possível **filamentos** – A cromatina se organiza formando

- de eucromatina iniciam um processo de intensa a quantidade de DNA deverá ser superior a X, uma vez que, nesse período da intérfase, estão sendo produzidas novas espiralização, dando origem aos cromossomos. moléculas de DNA através da duplicação; na subfase G₂, **Intensa atividade metabólica** – Na intérfase, o teor de DNA deverá ser 2X, isto é, exatamente o dobro a célula apresenta sua maior atividade metabólica, da quantidade de DNA existente em G₁, já que em G₁₊₂ realizando praticamente todos os processos de síntese todo o material genético nuclear se encontra duplicado. necessários ao seu desenvolvimento e função. Com os resultados da medida do teor de DNA nuclear da

Quando se prepara para sofrer um processo de divisão, célula nessas três subfases da intérfase, podemos construir

a célula, ainda na intérfase, duplica o seu material genético. um gráfico, como o da figura a seguir:

Editora Bernoulli **3**

Frente A Módulo 11

Teor de DNA Durante a divisão I da meiose, ocorre a separação dos

2X G cromossomos homólogos, resultando na formação de células-filhas 2

haploides (células que não apresentam pares de cromossomos

S homólogos). Na divisão II, à semelhança do que acontece na

G mitose, ocorre a separação equitativa das cromátides entre as

X 1 células-filhas que se formam. Ao término da divisão I da meiose,

formam-se duas células-filhas haploides com cromossomos

duplos; ao término da divisão II, teremos quatro células-filhas

haploides com cromossomos simples.

0 1 2 3 Tempo

Logo após a subfase G , portanto com o material genético 2 também são diferentes. Os objetivos ou as finalidades desses processos de divisão

nuclear já duplicado, a célula inicia um dos processos

de divisão celular: **mitose** ou **meiose**. Objetivos da Mitose

O esquema a seguir mostra a diferença básica ou fundamental entre esses dois processos.

• **Reprodução de seres unicelulares** – Em muitas

é homólogo de $2n = 4$ E Célula-mãe espécies de seres unicelulares, a célula única AS que constitui o ser vivo, ao realizar uma mitose, é homólogo de

Duplicação do origina dois seres vivos. Este, portanto, é um

INTÉRF material genético processo de reprodução da espécie. Ocorre,

MITOSE MEIOSE por exemplo, com muitas espécies de algas unicelulares e de protozoários.

das cromátides • **Crescimento dos seres pluricelulares** – dos homólogos O crescimento de muitos tecidos e estruturas em Separação Separação Divisão I

organismos pluricelulares se deve ao aumento do número de células, devido a mitoses sucessivas, e não Células-filhas ao aumento do tamanho das células. Por exemplo:

Divisão II as células epiteliais, cartilaginosas, ósseas Separação e sanguíneas de um recém-nascido são do mesmo das cromátides

tamanho das existentes num indivíduo adulto. Entretanto, o adulto tem um número maior de células nesses tecidos do que o recém-nascido.

Células-filhas

• **Renovação de tecidos** – Alguns tecidos, como $2n$ n o epitelial de revestimento, estão em constante $2n$ Mitose n Mitose processo de renovação. Assim que as células desses

tecidos completam seu período de vida e morrem, $2n$ n são substituídas por novas células formadas por meio

Mitose (do grego mitos, fio, filamento) – É um processo apenas de mitoses. equitativo de divisão. Resumidamente, podemos dizer que, durante • **Regeneração, reposição e cicatrização de** uma mitose, ocorre a separação equitativa das

cromátides,

tecidos – Muitos tecidos, quando lesados, têm

resultando na formação de duas células-filhas geneticamente

idênticas e com o mesmo número de cromossomos da células destruídas. Estas serão substituídas por novas

célula-mãe. É, portanto, um processo de divisão celular que células, formadas por meio de mitoses realizadas por

conserva nas células o mesmo número de cromossomos. Assim, células que não foram danificadas com a lesão.

duas células-filhas também $2n$; se uma célula n (haploide) • Formação de gametas – Nas espécies que têm *se uma célula $2n$ (diploide) realizar uma mitose, formam-se*

realizar uma mitose, teremos a formação de duas células-filhas ciclos reprodutivos haplôntico e haplôntico-diplôntico,

também haploides. os gametas (células reprodutoras) são formados

Divisão II por mitose.

Divisão I Objetivos da Meiose n

n

n • **Formação de gametas** – Ocorre nas espécies que $2n$ têm ciclo reprodutivo diplôntico.

n

n • **Formação de esporos** – Ocorre nas espécies de n ciclo haplôntico e haplôntico-diplôntico.

Meiose (do grego meion, menor) – Consta de duas divisões. Conforme acabamos de ver, os gametas podem ser

sucessivas (divisão I e divisão II). A divisão I é reducional, uma formada tanto por mitose como por meiose, dependendo

vez que reduz à metade o número de cromossomos nas células. do ciclo reprodutivo da espécie.

4 Coleção Estudo

Mitose e meiose

Ciclos reprodutivos Os indivíduos haploides, através de mitose, formam células também haploides (n), que são os gametas. A união de dois

n Mitose Fecundação forma um indivíduo diploide ($2n$). Os indivíduos diploides gametas n origina o zigoto $2n$ que, por mitoses sucessivas,

n

n ($2n$), por meiose, formam células haploides (n), que são **2n** Zigoto ($2n$)

Indivíduo **n** é esporica. Cada esporo, por mitoses sucessivas, forma um Gametas (n)
Meiose **n** os esporos. Costuma-se dizer que nesse ciclo a meiose

haploide (n) novo indivíduo haploide (n). Os seres que apresentam esse

ciclo reprodutivo são chamados de haplodiplobiontes. Esse ciclo

CICLO HAPLÔNTICO **n** aparece em muitas espécies de algas, nas briófitas, nas **n**

Esporos (n) pteridófitas, nas gimnospermas e nas angiospermas. É, portanto,

Mitoses sucessivas um ciclo reprodutivo típico de plantas. Nas plantas, o indivíduo **n n**

haploide (n), formador de gametas, é chamado de gametófito,

Ciclo haplôntico (haplonte) – Nesse ciclo, os indivíduos enquanto o indivíduo diploide

($2n$), formador de esporos,

têm o corpo formado apenas por células haploides (n). é dito esporófito. Determinadas células n desses indivíduos, ao realizarem

mitose, originam células também n , que são os gametas. **MiTOSE** A fusão (união) de dois gametas n , sendo de um mesmo indivíduo

(autofecundação) ou de indivíduos diferentes (fecundação cruzada). Usaremos, como exemplo para descrever as diversas fases de uma mitose, uma célula eucariota diploide ($2n$), condições favoráveis de desenvolvimento, realiza meiose (meiose pertencente a uma espécie na qual o número $2n = 4$. zigótica), resultando em células n , chamadas de esporos.

Cada esporo n , encontrando no meio condições favoráveis Nucléolo Diplossomo

de desenvolvimento por mitoses sucessivas, formará um G novo indivíduo haploide (n). Nas espécies que têm esse ciclo $1 G_2$ reprodutivo, os indivíduos são chamados de seres haplontes ou

haplobiontes. Esse ciclo é encontrado, por exemplo, em algumas $S A$ espécies de clorófitas (algas verdes).

$2n$ gi

Meiose Fecundação

n n OLO n n

$2n$ Zigoto ($2n$) Gametas (n)

Prófase $2n$ $2n$ Bi

É a primeira fase da mitose. Nela, observamos as seguintes

CICLO DIPLÔNTICO características:

Mitoses sucessivas • **Início da espiralização (condensação) dos cromossomos** – Os cromossomos já duplicados

*o corpo formado por células diploides ($2n$). Determinadas começam a se espiralizar (condensar) e, à medida que vão se espiralizando, tornam-se mais curtos, porém células desses indivíduos, ao realizarem meiose, formam células **Ciclo diplôntico (diplonte)** – Nesse ciclo, os indivíduos têm (lembre-se de que a duplicação ocorre na intérfase)*

haploides (n), que são os gametas. Por isso, diz-se que, nesse mais grossos e, portanto, mais visíveis. O início

ciclo, a meiose é gamética. A união de dois gametas n origina da prófase é marcado pelo início da condensação

*o zigoto ($2n$). Esse zigoto, por mitoses sucessivas, origina um dos cromossomos. novo indivíduo diploide ($2n$). Os seres que apresentam esse ciclo • **Desaparecimento do(s) nucléolo(s)** – reprodutivo são chamados de seres diplontes ou diplobiontes. As moléculas de RNA-r que formam o nucléolo*

A maioria dos animais (inclusive a espécie humana) e algumas começam a se espalhar pela célula e se associam

espécies de algas verdes têm esse ciclo reprodutivo. a moléculas de proteínas, formando os ribossomos.

Assim, à medida que a prófase progride,

haploide (n) Indivíduo n Mitose Fecundação $o(s)$ nucléolo(s), gradualmente, vai (vão) deixando Zigoto ($2n$) n de ser visto(s), até desaparecer(em) por completo n $2n$ ao final da prófase. n • **Início da formação do fuso** – O fuso mitótico (fuso Gametas (n) acromático, aparelho mitótico) é um conjunto de fibras Mitoses proteicas, formadas por microtúbulos, resultantes CICLO da polimerização de proteínas citoplasmáticas **HAPLÔNTICO-DIPLÔNTICO** denominadas tubulinas. Quando a célula possui $2n$ Meiose diplossomo, na intérfase, dá-se a duplicação dessas n organelas e, na prófase, as fibras do fuso organizam-se $2n$

sucessivas $2n$ as fibras do fuso vão se alongando, os diplossomos Esporos (n) Mitoses n n entre os pares de centríolos. Assim, à medida que

são empurrados para os polos celulares. Ao redor de

Ciclo haplôntico-diplôntico (haplonte-diplonte) – Nesse ciclo, cada par de diplossomos, surgem também fibras de

existem indivíduos haploides (n) e indivíduos diploides ($2n$). proteínas que, dispostas radialmente, formam o áster.

Editora Bernoulli 5

Frente A Módulo 11

Devido à presença dos diplossomos e, consequentemente, Estes, altamente condensados (espiralados), ligam-se

do áster, fala-se que nessas células a mitose às fibras do fuso por meio dos centrômeros.

é cêntrica e astral. Quando as células não possuem Como na metáfase, os cromossomos que se encontram

diplossomo, como nos vegetais superiores, o fuso no máximo de sua espiralização são mais facilmente

forma-se com a mesma eficiência. Quando não visualizados. Algumas substâncias, como a colchicina,

têm diplossomo, também não terão áster e, nesse podem ser utilizadas experimentalmente para

caso, fala-se que a mitose é acêntrica e anastral. interromper a mitose nessa fase. Com isso, é possível

• **Desaparecimento da carioteca** – Ao final da prófase, dos cromossomos. A colchicina age impedindo estudar melhor o

número, a forma e o tamanho

a membrana nuclear (carioteca) fragmenta-se em a organização dos microtúbulos do fuso sem, contudo,

diversos pedaços e, com isso, o material citoplasmático impedir a condensação dos cromossomos. mistura-se com o material nuclear. Conforme vimos,

• **Ordenação (alinhamento) dos cromossomos**

o sistema de fibras que constitui o fuso mitótico, cuja

função é separar os cromossomos e encaminhá-los dispõem no mesmo plano, no equador (região mediana) **no plano equatorial** – Todos os cromossomos se

para os polos celulares, começa a se formar na prófase. da célula, formando a chamada placa equatorial

Uma vez que o fuso se forma no citoplasma, ou placa metafásica. A ligação dos cromossomos

é necessário que a carioteca desapareça para permitir ao fuso permite que as cromátides-irmãs (cromátides

que os cromossomos entrem em contato com as fibras unidas pelo centrômero) fiquem corretamente

do fuso. Essa fragmentação da carioteca marca o fim da direcionadas, cada uma voltada para um dos polos

prófase e o início da metáfase. Para alguns autores, essa da célula. Dá-se o nome de metacinese ao movimento

fragmentação caracteriza uma outra fase da divisão dos cromossomos em busca da sua ordenação

celular que eles denominam de prometáfase. na região mediana da célula.

Desaparecimento

do nucléolo

Cromossomos duplos

alinhados no plano equatorial

Diplossomo

Fibras do fuso

Microtúbulos

cinetócóricos Cinetócoro

Áster

Início da espiralização

dos cromossomos Cromátides

Cinetócoro

Fragmentação Centrômero da carioteca

Metáfase

O termo anáfase (do grego *ana*, separação) refere-se à

Anáfase

O termo metáfase (do grego *meta*, meio) faz alusão ao fato separação das cromátides-irmãs de cada cromossomo para

de os cromossomos, nessa fase, arranjam-se na região os polos opostos da célula. Essa fase caracteriza-se por:

mediana (equatorial) da célula. A metáfase mitótica • **Encurtamento das fibras do fuso** – As fibras do apresenta as seguintes características: fuso, às quais se prendem os centrômeros, sofrem um

encurtamento ou retração, puxando as cromátides

• **M á x i m o d e s e n v o l v i m e n t o d o f u s o** – (que agora já são cromossomos simples) para os

Os microtúbulos do fuso mitótico, que começaram polos celulares.

a se formar na prófase, atingem na metáfase o seu • **Ascensão polar dos cromossomos ou migração** máximo desenvolvimento. Nesse fuso, distinguimos **dos cromossomos-irmãos para os polos** – os microtúbulos polares (ou fibras contínuas) que se Os cromossomos-irmãos (resultantes da separação dispõem de um polo celular a outro e os microtúbulos das cromátides-irmãs) separam-se, sendo puxados cinetocóricos (ou fibras cromossômicas) que se pelas fibras do fuso para os polos celulares opostos. ligam aos cinetócoros de cada cromátide-irmã. Assim, cada polo da célula recebe o mesmo material Nas células que possuem centríolos, também cromossômico. A anáfase termina quando os

existem microtúbulos dispostos radialmente a partir cromossomos chegam aos polos. de cada diplossomo, formando áster.

- **Máxima espiralização dos cromossomos** –

A espiralização dos cromossomos, que teve início

na prófase, atinge o seu grau máximo na metáfase. Separação Essa máxima espiralização dos cromossomos faz das cromátides com que essas estruturas se tornem mais curtas,

porém mais grossas. Por isso, a metáfase é a melhor

fase para visualização e estudo dos cromossomos.

6 Coleção Estudo

Mitose e meiose

Telófase Célula animal



É a fase final (do grego *telos*, fim) da mitose. Suas principais



características são:

- **Descondensação ou desespiralização dos**



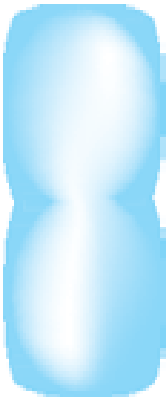
cromossomos – Os cromossomos simples,



já situados nos polos celulares, desespiralizam-se.



- **Desaparecimento das fibras do fuso –**



As moléculas de tubulina que formam as fibras



do fuso (microtúbulos) sofrem despolimerização Plasmodesmo
Célula vegetal e espalham-se pela célula. (ponte citoplasmática



entre duas células)

• Reorganização (reaparecimento) da carioteca –

Em cada polo celular, em torno de cada conjunto

cromossômico, organiza-se uma carioteca, formada 1 2 3 a partir
das membranas do retículo endoplasmático.

Começa, então, a organização de um núcleo em cada polo celular.

- **Fragmoplasto Parede Constituição (reaparecimento) do(s) nucléolo(s)**

(conjunto de vesículas) celular

– Em cada núcleo que se organiza em cada

polo da célula, reaparece(m) o(s) nucléolo(s), *Citocinese – 1. Organização centrífuga das vesículas originadas*

formado(s) a partir da zona SAT existente em certos do sistema golgiense. *Essas vesículas são ricas em pectina.*

cromossomos. *2. As vesículas fundem-se, formando uma lâmina que separa*

as duas células-filhas. Essa lâmina, rica em pectina, é a lamela **A**

- **Citocinese** – O citoplasma celular divide-se em duas média. Em alguns pontos dessa lamela, a separação entre **gi**

metades iguais, surgindo, assim, duas células-filhas. *as células não é completa, originando os plasmodesmos.*

Quando ocorre essa divisão, há também uma *3. Posteriormente, ocorre deposição de celulose ao redor* **OLO**

distribuição equitativa dos orgânulos citoplasmáticos da lamela média, mas não há deposição nos plasmodesmos. **Bi** entre as duas células-filhas. Muitas vezes a citocinese

tem início na anáfase e termina ao final da telófase. Apesar de as características básicas serem as mesmas,

existem algumas diferenças entre a mitose de células

animais e a de células dos vegetais superiores. Assim,

- nos animais, a mitose é cêntrica (presença de centríolos), enquanto, nos vegetais superiores, é acêntrica (ausência de centríolos).

- nos animais, a mitose é astral (presença do áster ao redor dos diplossomos), enquanto, nos vegetais superiores, é anastral (ausência de áster).

- nos animais, a citocinese é centrípeta, enquanto, nos vegetais, é centrífuga.

A mitose é o processo de divisão celular mais frequentemente encontrado nos seres vivos. Algumas linhagens de células apresentam um ciclo vital curto e são continuamente

Nas células animais, a citocinese é centrípeta (de fora produzidas por mitoses que, por sua vez, permitem

para dentro) e decorre da invaginação da membrana a renovação constante dos tecidos em que ocorrem.

plasmática que divide a célula em duas outras; nas Outras têm ciclo vital médio que pode durar meses ou

células dos vegetais, a citocinese é centrífuga (de dentro anos. Tais células são produzidas por mitoses durante o

para fora) e decorre da formação de microvesículas, período de crescimento do organismo, e sua capacidade

denominadas fragmoplastos, oriundas do sistema de divisão cessa na idade adulta. Entretanto, tais células

golgiense e repletas de substâncias pécticas (pectinas) podem voltar a realizar mitoses em algumas condições

que se organizam na região central do citoplasma. excepcionais, como na regeneração de tecidos (uma fratura

Ao se fundirem, essas microvesículas vão dividindo óssea, por exemplo). Finalmente, existem células dotadas

a célula do centro para a periferia até separá-las de ciclo vital longo, que são produzidas apenas durante o

em duas metades (duas células-filhas). Com essa período embrionário. Na eventual morte dessas células,

divisão, as substâncias pécticas se dispõem entre as duas não há reposição, uma vez que o indivíduo já nasce com

células-filhas, formando a lamela média. um número definido das mesmas.

Editora Bernoulli 7

Frente A Módulo 11

MEIOSE

A meiose consta de duas divisões sucessivas: divisão I Leptóteno
Zigóteno

e divisão II. As diversas fases de uma meiose estão
relacionadas no quadro a seguir:

Leptóteno

Zigóteno

Prófase I Paquíteno

Divisão I Diplóteno

(Reducional) Diacinese

Metáfase I

Anáfase I Prófase I

Telófase I

Prófase II

Divisão II Metáfase II

(Equacional) Anáfase II

Telófase II Paquíteno Diplóteno

A prófase I é subdividida em cinco períodos ou subfases (leptóteno,

zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese). A divisão II Cromátides apresenta as mesmas características de uma mitose. permutadas

Quiasma

idênticas às da prófase da mitose. Entre o término da divisão I Os pontos de troca entre as cromátides homólogas que Assim, as características da prófase II, por exemplo, são

e o início da divisão II, pode existir ou não um pequeno intervalo permutam não são percebidos de tempo denominado intercinese. antes do diplóteno porque,

célula na qual $2n = 4$ (2 pares de cromossomos homólogos).

Usaremos, como exemplo para descrever a meiose, uma até então, os homólogos estão muito unidos.

Quiasma

Prófase i *Prófase I – Detalhes sobre o fenômeno da permutação.*

No decorrer da prófase I, há características que são Podemos, então, resumir as características da prófase I

exclusivas dessa fase e outras que são semelhantes às da da seguinte maneira: prófase mitótica. No período leptóteno, os cromossomos,

apesar de já duplicados, não mostram suas cromátides •

Desaparecimento do nucléolo. individualizadas, isto é, ainda não é possível distinguir

as duas cromátides de cada cromossomo devido à • **Início da formação do fuso meiótico.** pouca espiralização dos mesmos. No zigóteno, ocorre o

• **Início da espiralização dos cromossomos.**

pareamento ou sinapse dos cromossomos homólogos:

cada cromossomo fica ao lado do seu homólogo. • **Pareamento ou emparelhamento dos cromossomos** Nesse período, os cromossomos já se encontram um

homólogos.

pouco mais espiralizados, porém ainda não é possível

distinguir as duas cromátides de cada um. No paquíteno, • **Aparecimento das tétrades ou bivalentes.** pela primeira vez na prófase I, são visualizadas as duas

cromátides de cada cromossomo (cromátides-irmãs). • **Ocorrência do *crossing-over*.** Cada par de cromossomos homólogos duplos emparelhados

recebe a denominação de tétrade ou bivalente. Nesse período, • **Visualização dos quiasmas.** pode ter início também o fenômeno do *crossing-over*

• **Terminalização dos quiasmas.**

(permutação). O *crossing-over* é uma troca de segmentos

(pedaços) entre cromátides homólogas, permitindo, assim, • **Desaparecimento da carioteca.** uma recombinação gênica (recombinação de genes) entre

cromossomos homólogos e, conseqüentemente, um aumento

da variabilidade genética dentro da espécie. Esse fenômeno

Metáfase I começa no paquíteno e termina no período seguinte, isto

é, no diplóteno. Após a troca de segmentos, os homólogos

Nessa fase da meiose, temos:

começam a se afastarem uns dos outros. O último ponto

de separação entre os homólogos é exatamente aquele em

que ocorreu o *crossing-over*. Assim, é comum no diplóteno • **Máximo desenvolvimento do fuso** – Assim como

a visualização de pontos de contato entre cromátides na metáfase mitótica, as fibras do fuso se dispõem

homólogas. Esses pontos são denominados quiasmas de um polo celular a outro. e indicam os locais onde se deu a troca de segmentos, isto é,

indicam os locais de ocorrência do *crossing-over*. Na diacinese, • **Cromossomos homólogos emparelhados**

último período da prófase I, ocorre a terminalização dos **dispostos no plano equatorial** – Cada par

quiasmas, isto é, estes escorregam para as extremidades de cromossomos homólogos encontra-se ligado a uma

das cromátides. mesma fibra do fuso por meio dos centrômeros.

- **Máxima espiralização dos cromossomos.**

Prófase II

Metáfase II

**Migração de
cromátides-irmãs**

Anáfase I Anáfase II

Ao contrário do que acontece na mitose, na anáfase I, não ocorre a separação das cromátides, mas, do mesmo modo que na anáfase mitótica, acontece um encurtamento das fibras do fuso, puxando os cromossomos para os polos celulares. Assim, na anáfase I, temos: Telófase II

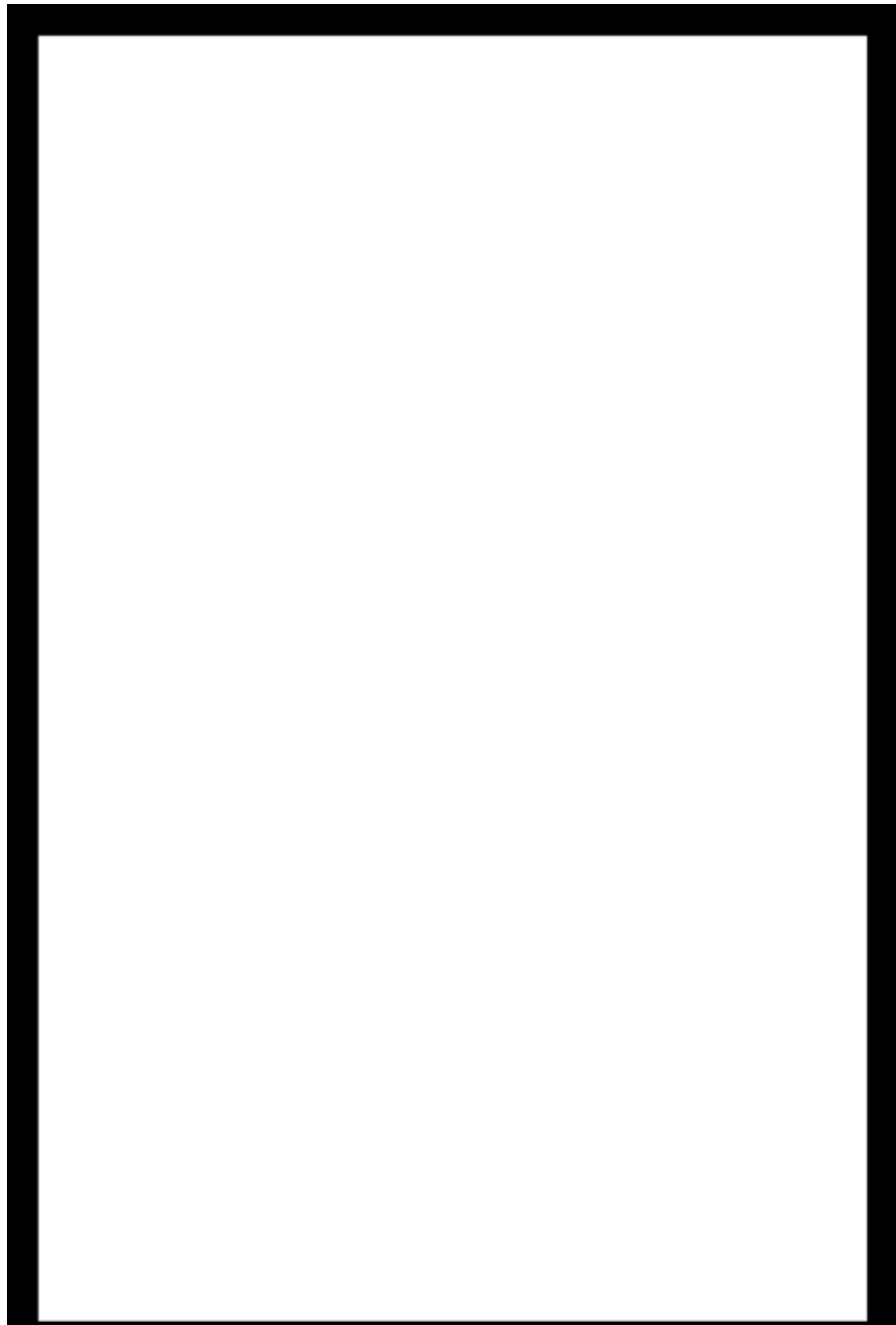
- **Encurtamento das fibras do fuso.**

- ***Divisão II da meiose – Cada uma das células-filhas formadas* Separação dos cromossomos homólogos –**

Os cromossomos homólogos, ainda duplos, *ao término da divisão I realizará a divisão II, cujas características*

são puxados para os polos celulares opostos. são idênticas às da mitose.

A



gi

LEiTURA COMPLEMENTAR

Câncer: neoplasia maligna OLO

O câncer não é uma única doença, mas diferentes doenças **Bi** que têm muitas características em comum. Existem, portanto, diferentes tipos de câncer. Alguns podem permanecer quase inalterados por muitos anos e praticamente não têm impacto na expectativa de vida. Outros, ao contrário, podem ser fatais logo após serem descobertos. Todos os tipos de câncer estão relacionados a alterações no DNA. Assim, todos

Telófase os agentes mutagênicos podem levar ao aparecimento de I

células cancerosas. Essas mutações, na maioria das vezes,

A última fase da divisão meiótica I caracteriza-se por: ocorrem em linhagem de células somáticas e, portanto,

não são hereditárias, já que alteram genes de células

- **Desespiralização dos cromossomos.**

não produtoras de gametas. Apenas 10% de todo câncer

- **Reaparecimento do(s) nucléolo(s).** é hereditário. Frequentemente, a forma hereditária do câncer

- **Reaparecimento da carioteca.** é clinicamente semelhante à forma não hereditária. O câncer

- hereditário normalmente se manifesta muito cedo na vida das

- **Desaparecimento do fuso.**

- pessoas, enquanto a forma não hereditária é mais frequente **Citocinese.**

em pessoas mais idosas.

- **Formação de duas células-filhas haploides (n)**

com cromossomos duplos. A doença se forma a partir de uma única célula cujo DNA foi

danificado por meio de uma mutação. Através da mitose, essa mutação é transmitida para as células-filhas, que vão sofrendo e acumulando outras mutações. As mutações sucessivas das descendentes da célula inicial acabam originando a célula cancerosa. O acúmulo de mutações por uma célula e suas descendentes é um processo lento, e isso, provavelmente, explica a maior incidência de câncer não hereditário nas pessoas mais idosas. Nos Estados Unidos, por exemplo, o câncer era menos comum há um século. Naquele tempo, como ainda acontece hoje em muitas regiões pobres do mundo, pessoas morriam de doenças infecciosas e não viviam tempo suficiente para desenvolver câncer.

Editora Bernoulli 9

Frente A Módulo 11

Uma das características das células cancerosas, e que as Por isso, muitos tumores benignos que ocorrem em glândulas

diferenciam das células normais das quais se originaram, endócrinas secretam grande quantidade de hormônios, o que pode

é sua grande capacidade de proliferação por meio de mitoses causar sérios distúrbios no organismo. Geralmente, esses tumores

sucessivas. Entretanto, trata-se de uma neoplasia (proliferação são curados pelo tratamento cirúrgico.

celular anormal), uma vez que a célula cancerosa perde

Nos tumores malignos (neoplasmas malignos), embora também o controle sobre a divisão celular. Muitas células cancerosas

haja intensa e desordenada multiplicação celular, o processo

ativam um gene para a produção da telomerase, enzima

de diferenciação celular é interrompido. Assim, a célula deixa necessária para a reconstituição das partes perdidas dos

de fabricar as proteínas típicas de sua equivalente normal. telômeros (partes dos telômeros que vão sendo cortadas

Além disso, perdem a capacidade de aderência, secretam à medida que as células se dividem). Assim, os telômeros não enzimas que atacam a matriz extracelular, invadem os tecidos

se tornam mais curtos e, desse modo, as células não morrem vizinhos e secretam moléculas que estimulam a angiogênese

e passam a se multiplicar de forma descontrolada. (neoformação vascular), ou seja, formação de novos capilares

A neoplasia (novo crescimento) leva à formação de uma grande sanguíneos. Esses capilares são necessários para garantir

massa de células denominada neoplasma ou tumor, que pode o adequado suprimento de nutrientes, de fatores de crescimento

ser benigno ou maligno. Geralmente, os tumores malignos são e de oxigênio, como também para se ter uma via de eliminação

chamados de câncer, para distingui-los dos benignos. dos seus catabólitos, que são levados pelo sangue para os

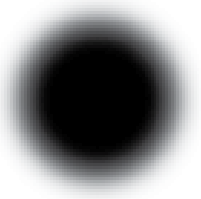
órgãos de excreção. As células cancerosas também podem

No tumor benigno (neoplasma benigno), as células permanecem penetrar nos vasos sanguíneos e linfáticos e se espalhar pelo

localizadas, prejudicando apenas o órgão no qual se originou organismo, chegando, através da circulação, a outros órgãos

o tumor, sem invadir tecidos vizinhos, que, no entanto, do corpo, onde produzem tumores secundários: as metástases.

podem ser comprimidos e prejudicados. Nesses tumores, Por isso, o tratamento cirúrgico dos tumores malignos só é eficaz



a proliferação celular é seguida de diferenciação celular. se realizado antes das metástases.



Células de tumor benigno
que crescem sem invadir
os tecidos vizinhos.

Neoplasia
benigna

começa a se dividir o tecido subjacente e Neoplasia
independentemente Célula normal Células cancerosas invadindo



do controle do maligna insinuando-se entre células normais.
organismo.



Neoplasia



maligna

Células cancerosas invadindo
vasos sanguíneos e linfáticos,
e indo colonizar órgãos a
distância (metástases).

Nem todas as células que se separam do tumor inicial e caem na circulação sanguínea ou linfática conseguem chegar a outros tecidos

e estabelecer a formação de metástases. A maioria delas é destruída por diversos processos, como a ruptura na travessia da parede do

vaso, o ataque sofrido pelas moléculas de defesa imunitária e a fagocitose por macrófagos.

Embora descendentes de uma célula ancestral única, existem diferenças genéticas, morfológicas e moleculares entre as células de

um mesmo tumor. Essas diferenças, notadamente entre seus genes, explicam por que nem todas têm a mesma malignidade. As mais

malignas, entretanto, tendem a predominar no tumor, por serem mais aptas e vencerem o processo competitivo com as demais.

O polimorfismo celular é uma das características dos tumores cancerígenos. Em geral, as células cancerosas também são mais

volumosas do que as células normais que lhes deram origem. Muitas são aneuploides ou poliploides, isto é, possuem um número anormal

de cromossomos e, por isso, as células de um mesmo tumor podem ter núcleos de diversos tamanhos. Além das frequentes alterações

no número de cromossomos, a maioria das células cancerosas apresentam também modificações na forma e no tamanho de certos

cromossomos. Também são comuns células binucleadas ou polinucleadas. As mitoses são abundantes, com alta frequência de divisões

anômalas. Como se multiplicam muito, geralmente, têm citoplasma basófilo, devido à riqueza de ribossomos, o que acontece com todas

as células em proliferação. O retículo endoplasmático e o sistema golgiense normalmente são pouco desenvolvidos, e as mitocôndrias

e os lisossomos, pouco numerosos. No entanto, as maiores alterações citoplasmáticas das células cancerosas acontecem no citoesqueleto.

10 Coleção Estudo

Mitose e meiose

Enquanto as células normais têm microtúbulos, filamentos

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

intermediários e filamento de actina bem organizados em todo

o citoplasma, nas células cancerosas, o citoesqueleto é reduzido **01.** (PUC-SP)
Analisar os seguintes enunciados:

ou completamente desorganizado, com a concentração dos

microtúbulos e filamentos intermediários nas proximidades I. A mitose é um processo de divisão celular na qual a

do núcleo e os filamentos de actina localizados principalmente

na região periférica do citoplasma, sob a membrana celular. célula se divide produzindo duas células-filhas iguais.

Esses filamentos de actina devem participar do aumento

II. A duplicação do DNA, nas células que irão sofrer

da mobilidade e da facilidade de migração e invasão

dos tecidos vizinhos que se observa nas células cancerosas. mitose, ocorre na intérfase.

Foi demonstrado que, nas células cancerosas, as proteínas da

membrana têm maior mobilidade, o que pode estar relacionado III. *Locus* gênico é o local ocupado por um gene no

a uma menor fixação pelo citoesqueleto. cromossomo.

Alterações também ocorrem na membrana plasmática

Agora, assinale a alternativa **CORRETA**.

das células cancerosas, sendo comum o surgimento de novas

moléculas de proteínas, como a maior quantidade de A) Apenas a afirmação I está errada.

proteínas transportadoras de glicose para o citoplasma.

Também aparecem antígenos fetais, o que é considerado um B) Todas as afirmações estão erradas.

indício de desdiferenciação da célula tumoral. Como seria de C) Todas as afirmações estão corretas.

se esperar, pelo seu comportamento, as células cancerosas são

deficientes em estruturas juncionais, ou seja, estruturas que D) Apenas uma afirmação está correta.

promovem a união com células vizinhas. A perda da adesão,

separando uma célula da outra, contribui para que as células E) Apenas uma afirmação está errada.

malignas soltas sejam levadas pelo sangue ou pela linfa,

produzindo tumores à distância, as metástases. **02.** (Cesgranrio) Os esquemas 1

e 2 mostrados representam **A** Quase todos os tipos celulares do organismo podem gerar

tumores. Como existem muitos tipos diferentes de células estágios funcionais do núcleo celular e estão relacionados **gi**

normais, existem também muitos tipos diferentes de células com a divisão celular. Eles nos permitem afirmar que

cancerosas, produzindo tumores que diferem acentuadamente **OL**

quanto ao grau de malignidade e à resposta ao tratamento. **Bi**

Todavia, certas células originam tumores com mais frequência 1

do que outras, como as células com grande capacidade

de proliferação (células epiteliais e as da medula óssea,

por exemplo). Quanto mais vezes o DNA se replica, maior

a possibilidade de mutações, por falhas no processo de síntese

da nova molécula de DNA e na reparação do DNA defeituoso,

ou seja, há menos tempo para que os mecanismos de reparo

do DNA funcionem antes que a replicação ocorra novamente.

No adulto, cerca de 90% dos tumores derivam de epitélios. 2

Além de sua renovação constante, as células epiteliais que

revestem o corpo e as cavidades internas, como boca, vias

respiratórias, esôfago e estômago, estão mais sujeitas

à ação dos agentes cancerígenos presentes nos alimentos

e no ambiente.

I. o processo 1 ocorre na mitose e o processo 2,

O câncer pode ser classificado de acordo com o tipo de célula

normal que o originou, e não de acordo com os tecidos para na meiose.

os quais se espalhou. Como exemplos, podemos citar: II. tanto o processo 1 quanto o processo 2 ocorrem

- **Carcinomas** – São, indiscutivelmente, os tipos mais na meiose, enquanto o processo 2 não se encontra

comuns de câncer. Originam-se de células epiteliais

de revestimento. na mitose.

- **Adenocarcinomas** – São tumores malignos originados III. os processos 1 e 2 ocorrem tanto na meiose quanto

de células epiteliais secretoras.

na mitose.

- **Sarcomas** – Originam-se de tecidos de suporte

(tais como tecido ósseo, tecido muscular, tecido Assinale conjuntivo fibroso). Ex.: osteossarcoma (originado do

osteoblasto). A) se somente I for verdadeira.

- **Melanomas** – Câncer de pele que se origina dos B) se somente II for verdadeira.

melanócitos (células que produzem o pigmento

melanina). C) se somente III for verdadeira.

- **Leucemias** – Originam-se de células da medula óssea D) se somente I e II forem verdadeiras.

que produzem os glóbulos brancos (leucócitos).

E) se somente I e III forem verdadeiras.

Editora Bernoulli 11

Frente A Módulo 11

03. (UNIRIO-RJ) A figura representa o ciclo celular e um **02.** (PUC Minas) Na metáfase mitótica, os cromossomos

diagrama da duração das diferentes etapas desse ciclo encontram-se no plano equatorial, duplicados. Suas

em determinadas células. unidades permanecem unidas por um mesmo centrômero,

sendo denominadas

M

G A) cromômeros. C) cromátides. E) cromossomos. 2 B B) cromonemas. D) cromatinas. C

G **03.** (PUC Minas) É **INCORRETO** afirmar sobre a meiose:

A 1 A) Na divisão equacional, ocorre separação de cromátides.

D B) Na divisão reducional, ocorre separação dos cromossomos homólogos.

S C) No final da 1ª divisão, formam-se duas células diploides.

G Mitose D) No final do processo, são formadas quatro células

G S 2 haploides.

1 E) No processo, pode haver *crossing-over*.

04. (UFMG)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

AA' BB'

Tempo (horas)

Quanto tempo é necessário para que essas células dupliquem o seu DNA?

A) 2 horas e 30 minutos D) 6 horas e 30 minutos 2 3

B) 3 horas E) 9 horas

04. (PUC RS) Para fazer o estudo de um cariótipo, qual fase

da mitose seria mais **ADEQUADA** usar, tendo em vista a O esquema mostra uma meiose normal, em que a célula

necessidade de se obter a maior nitidez dos cromossomos, inicial apresenta dois pares de cromossomos homólogos:

em função do seu maior grau de espiralização? **A e A', B e B'**. Qual a alternativa **ERRADA**?

A) Prófase C) Anáfase E) Metáfase

B) 6 e 7 terão o mesmo número de cromossomos que 3.

B) Prometáfase D) Telófase

B) 5 possuirá a metade do número de cromossomos de 1.

05. C) Se 4 possuir o cromossomo A, 5 não poderá ter o

(PUC Minas) São características **ExCLUSIVAS** da meiose cromossomo A'.

em relação à mitose:

D) 4 poderá ter qualquer uma das combinações

A) Desaparecimento da carioteca e duplicação do DNA. cromossômicas seguintes: AB, A'B, AB' e A'B'.

B) Duplicação do centríolo e formação da placa equatorial. E) 2 poderá conter os cromossomos A e A' e 3,

C) Formação do fuso e presença de áster. os cromossomos B e B'.

D) Formação de células haploides e separação de **05.** (PUC-SP) A desespiralização dos cromossomos,

cromátides.

o desaparecimento do fuso, o reaparecimento do nucléolo

E) *Crossing-over* e pareamento de homólogos.

e a citocinese são fenômenos que caracterizam uma das

fases da mitose. Trata-se da

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

metáfase. E) intérfase. B) telófase. D) prófase. **01.** (FCMSC-SP) A colchicina é uma substância que

despolimeriza as fibras do fuso de divisão, impedindo que **06.** (UFMG) Suponha um ser vivo que contenha quatro

este se forme. Em um meio de cultura, foram colocadas cromossomos em suas células diploides. Suponha, ainda,

5 células, em diferentes estágios do ciclo celular: duas que esse indivíduo tenha células em divisão, umas por

estavam em intérfase, duas estavam em prófase e a última mitose e outras por meiose.

estava em telófase. Imediatamente depois, colocou-se

a colchicina. Após um certo tempo, contando-se

as células presentes em tal meio, espera-se encontrar

um total de quantas células?

A) Seis C) Oito E) Dez

B) Sete D) Nove 1 2 3

12 Coleção Estudo

Mitose e meiose

Os esquemas 1, 2 e 3 representam, respectivamente, **10.** (UFMG) O diagrama a seguir representa o ciclo de vida

A) anáfase da mitose – anáfase da divisão II da meiose – de uma célula somática humana, em que X representa

anáfase da divisão I da meiose. o conteúdo de DNA.

B) anáfase da divisão I da meiose – anáfase da divisão M

II da meiose – anáfase da mitose.

C) anáfase da mitose – anáfase da divisão I da meiose – 2X isô D i v G 2

anáfase da divisão II da meiose.

D) anáfase da divisão II da meiose – anáfase da mitose – G Tempo1 X

anáfase da divisão I da meiose.

E) anáfase da divisão I da meiose – anáfase da mitose –

anáfase da divisão II da meiose. F S

07. (UFMG) Na mitose e na meiose, a separação e o

movimento dos cromossomos para os polos da célula Com base nas informações do diagrama e em seus

caracterizam a conhecimentos, é **INCORRETO** afirmar que

A) metáfase. C) anáfase. E) telófase. A) a fase de menor duração do ciclo é a mitose.

B) intérfase. D) prófase. B) a fase F do ciclo corresponde à intérfase.

C) em G₁ a célula é haploide.

08. (UFMG) Para uma espécie que tem três pares D) em S ocorre a duplicação dos cromossomos.

de cromossomos nas células somáticas, o esquema

a seguir representa **11.** (FUVEST-SP) A vinblastina é um quimioterápico usado

no tratamento de pacientes com câncer. Sabendo-se que

essa substância impede a formação de microtúbulos, **A**

pode-se concluir que sua interferência no processo **gi**

de multiplicação celular ocorre na

A) condensação dos cromossomos. **OLO**

B) descondensação dos cromossomos. **Bi**

C) duplicação dos cromossomos.

D) migração dos cromossomos.

E) reorganização dos nucléolos.

A) metáfase II. **12.** (UFMG) Numa espécie cujos gametas têm doze

cromossomos, quantos pares de cromossomos

B) anáfase II. homólogos esperamos encontrar na prófase da primeira

C) anáfase da mitose. divisão meiótica?

D) metáfase da mitose. A) 36 B) 24 C) 18 D) 12 E) 6

E) anáfase I.

13. (FCMMG)

09. (UFMG) Observe a célula esquematizada. Os aspectos

ressaltados no citoplasma e no núcleo caracterizam a

A a

O esquema anterior mostra um único par de homólogos,

com um par de alelos, em heterozigose.

Partindo do princípio de que houve um processo de

recombinação gênica (permutação), envolvendo os

alelos em questão, podemos afirmar que os mesmos

A) intérfase – período S. irão se separar na

B) mitose – prófase. A) primeira divisão da meiose.

C) mitose – anáfase. B) segunda divisão da meiose.

D) meiose – prófase I. C) primeira ou segunda divisão da meiose.

E) meiose – anáfase II. D) primeira e segunda divisões da meiose.

Editora Bernoulli 13

Organismo adulto

C) Gametas (2n) mitose

Frente A_(n) Módulo 11

Zigoto

(2n) Fecundação

14. (FUVEST-SP) Em certa linhagem celular, o intervalo de mitose Organismo adulto

tempo entre o fim de uma mitose e o fim da mitose (2n) D) Gametas

seguinte é de 24 horas. Uma célula dessa linhagem meiose (n)

gasta cerca de 12 horas, desde o início do processo de Zigoto

(2n) Fecundação

duplicação dos cromossomos até o início da prófase.

Do fim da fase de duplicação dos cromossomos até o fim

da telófase, a célula gasta 3 horas e, do início da prófase meiose Organismo adulto

até o fim da telófase, ela gasta 1 hora. (2n)

E) mitose Gametas

Com base nessas informações, **DETERMINE** a duração de (n)

cada uma das etapas do ciclo celular (G Zigoto , S, G e mitose) 1 2 (n) Fecundação dessas células.

15. (Unicamp-SP-2011) Em relação a um organismo diploide, uma única molécula de DNA de fita dupla. As duas fitas **02.** Cada cromossomo humano possui, em sua estrutura,

que apresenta 24 cromossomos em cada célula somática, de cada molécula de DNA se mantêm unidas por ligações

pode-se afirmar que de hidrogênio estabelecidas entre as bases nitrogenadas

A) seu código genético é composto por 24 moléculas dos nucleotídeos. Essas ligações sempre obedecem

de DNA de fita simples. ao seguinte pareamento de bases: adenina com timina

e guanina com citosina.

B) o gameta originado desse organismo apresenta

12 moléculas de DNA de fita simples em seu O peso molecular de um par de desoxirribonucleotídeos é,

genoma haploide. aproximadamente, 650. Se o peso molecular do DNA do

conjunto de cromossomos de um óvulo normal da espécie

C) uma célula desse organismo na fase G da intérfase humana é $1,625 \times 10^{12}$ 2, o DNA do conjunto cromossômico

apresenta 48 moléculas de DNA de fita dupla. de uma célula somática normal de uma mulher, em G 1,

D) seu cariótipo é composto por 24 pares de cromossomos. deverá ter, aproximadamente,

A) $1,3 \times 10^2$ pares de nucleotídeos.

SEÇÃO ENEM B) $1,0 \times 10^{10}$ pares de nucleotídeos C) $1,25 \times 10^{10}$

pares de nucleotídeos. D) $2,5 \times 10^9$ pares de nucleotídeos.

01. (Enem–2009) Os seres vivos apresentam diferentes E) $5,0 \times 10^9$ pares de nucleotídeos.

ciclos de vida, caracterizados pelas fases nas quais

gametas são produzidos e pelos processos reprodutivos **gABARiTO**
que resultam na geração de novos indivíduos.

Considerando-se um modelo simplificado padrão

para geração de indivíduos viáveis, a alternativa que **Fixação**

corresponde ao observado em seres humanos é:

01. C 02. D 03. C 04. E 05. E

meiose

Esporófito Esporos Propostos $(2n)$ (n)

A) Zigoto

$(2n)$

Gametas 01. A 06. A 11. D Gametófito

Fecundação (n) (n) 02. C 07. C 12. D

03. C 08. E 13. A

Organismo adulto mitose 04. E 09. D

B) Gametas 05. B 10. C meiose (n) $(2n)$

Zigoto 14. $G_1 = 11$ horas, $S = 10$ horas, $G_2 = 2$ horas e

Organismo adulto meiose **Seção Enem**

C) Gametas (2n)

mitose

(n)

Zigoto 01. C 02. E

(2n) Fecundação

14 Coleção Estudo mitose Organismo adulto (2n) Gametas D) meiose (n)

Zigoto **Biologia MóDuLO** **FRENTE Embriologia** **animal 12 A**

Embriologia é o estudo do desenvolvimento do indivíduo São encontrados em moluscos cefalópodes, várias

desde a formação do zigoto (célula-ovo) até o seu espécies de peixes, répteis, aves e mamíferos

nascimento ou eclosão. ovíparos.

Esse desenvolvimento depende do tipo de ovo que, • **Ovos centrolécitos** – Possuem certa quantidade

por sua vez, depende do tipo de óvulo (gameta feminino) de vitelo acumulado na região central da célula,

que foi fecundado. Assim, conforme os óvulos fecundados ao redor do núcleo. O citoplasma localiza-se

sejam oligolécitos, heterolécitos, megalécitos ou centrolécitos, na periferia da célula, sem se misturar com o vitelo.

os ovos resultantes também serão assim classificados. São encontrados em artrópodes. Portanto, considerando a quantidade e a distribuição

do vitelo, a classificação dos ovos é igual à classificação **Tipos de ovos**

dos óvulos. Cicatrícula Ci t í Cicatrícu Cicatrícu la la

Núcleo Citoplasma

CLASSIFICAÇÃO DOS OVOS



Baseia-se na quantidade e na distribuição do vitelo



(lécito) existente na célula. O vitelo ou lécito é uma reserva

de material nutritivo, fabricado pelo retículo endoplasmático Vitelo Vitelo Vitel V o

Oligolécito Heterolécito Telolécito Centrolécito olécito Heterolécito
Telolécito Centrolécito



da célula, constituído basicamente por proteínas e lipídios.



- Ovos oligolécitos (isolécitos, homolécitos,

alécitos) – Possuem pouco ou quase nenhum **ETAPAS DO
DESENVOLVIMENTO**

vitelo que se distribui de
maneira homogênea

EMBRIONÁRIO pelo citoplasma. São
encontrados em poríferos,

celenterados, equinodermos, anfioxo e mamíferos

(exceto ovíparos). Após a fecundação e a consequente formação da



- célula-ovo (zigoto), o conceito passará pelas seguintes etapas:
Ovos heterolécitos (mediolécitos, parolécitos,

telolécitos incompletos) – Possuem uma segmentação, gastrulação, histogênese e organogênese.



quantidade média de vitelo distribuída de maneira A segmentação ou clivagem é o desenvolvimento



heterogênea no citoplasma. O vitelo concentra-se da célula-ovo por meio de uma série de divisões mitóticas



mais em um dos polos celulares do que no outro. sucessivas, originando células denominadas blastômeros.



O polo celular com maior concentração de vitelo

Durante a segmentação, há um aumento do número



é denominado polo vegetativo, enquanto o outro,

de células sem, entretanto, ocorrer o aumento do volume

com menor concentração, onde inclusive se localiza

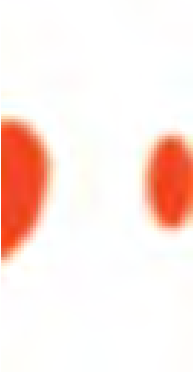
total da estrutura. De maneira geral, a segmentação

o núcleo da célula, recebe o nome de polo animal.

é tanto mais rápida quanto menos vitelo houver na

São encontrados em platelmintos, asquelmintos,

célula-ovo, obedecendo à regra de Balfour, que diz:



moluscos (exceto cefalópodes), anelídeos, algumas

“a velocidade de segmentação é inversamente proporcional

espécies de peixes e de anfíbios.

à quantidade de vitelo.”



- **Ovos megalécitos (telolécitos, telolécitos**



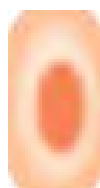
completos) – Possuem grande quantidade de vitelo Nos ovos que têm uma distribuição desigual de vitelo, o polo

que ocupa quase toda a célula. O citoplasma animal (com pouco vitelo) se segmenta mais rapidamente

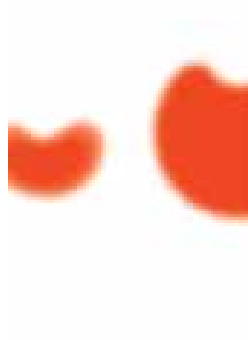
separa-se do vitelo e localiza-se, juntamente com do que o polo vegetativo. Além disso, a segmentação nem

o núcleo, numa pequena região do polo animal sempre ocorre em todo o ovo. Assim, temos diferentes tipos

denominada cicatrícula ou disco germinativo. de segmentação.









Frente A Módulo 12

• **Segmentação Holoblástica ou Total** – Ocorre com **Tipos de segmentação**

a participação de toda a célula-ovo. Se os blastômeros formados tiverem o mesmo tamanho, ela é dita igual;

se houver a formação de blastômeros de tamanhos Igual: ovos oligolécitos diferentes, ela é dita desigual. Os blastômeros **Holoblástica** maiores são chamados de macrômeros e os menores, **ou Total**

de micrômeros. Desigual: ovos heterolécitos

OBSERVAÇÃO Discoidal: ovos megalécitos

Meroblástica

Para alguns autores, se a diferença de tamanho entre **ou Parcial**

os blastômeros não for tão acentuada, a segmentação é dita Superficial: ovos centrolécitos

subigual ou quase igual.

Durante a segmentação, há, normalmente, a formação

Segmentação holoblástica igual

da mórula, um estágio embrionário que antecede a blástula.



A mórula é um aglomerado maciço de células (blastômeros)



1ª clivagem 2ª clivagem 3ª clivagem



que, dependendo da espécie, surge após a 4ª ou a 5ª clivagem.

2 Células Com a continuidade do desenvolvimento, a
mórula sofre um 4 Células 8 Células de

tamanhos iguais processo de cavitação denominado blastulação, que
culmina com

a formação de um estágio embrionário denominado blástula.

Segmentação holoblástica desigual A blástula,
independentemente do tipo de segmentação

que a formou, é uma estrutura que possui blastoderma

4 Micrômeros (parede constituída por blastômeros) e blastocele
(cavidade).



3ª clivagem

Blástula originada da segmentação do ovo isolécito

4 Macrômeros

Celoblástula

4 células 8 células

É a partir da 3 Blástula originada da segmentação do ovo
heterolécito a divisão (3ª clivagem) que surgem

as diferenças na segmentação holoblástica.

Celoblástula

- **Segmentação Meroblástica ou Parcial** – Ocorre

Blástula originada da segmentação do ovo megalécito apenas em uma parte da célula-ovo. Quando é feita apenas na região do disco germinativo (cicatricula), Discoblástula ela é dita discoidal; se ocorrer apenas na periferia da célula, ela é dita superficial.

Blástula originada da segmentação do ovo centrolécito

Segmentação meroblástica discoidal Periblástula

1ª clivagem 2ª clivagem 3ª clivagem



Tipos de blástulas – A forma da blástula varia com o tipo de



segmentação ocorrida. As blástulas resultantes das segmentações



holoblásticas (igual, subigual ou desigual) são do tipo celoblástula;



Segmentação meroblástica superficial a resultante de uma segmentação meroblástica discoidal



é denominada discoblástula; a resultante de segmentação



Núcleos



meroblástica superficial é dita periblástula.



O núcleo Começa a Nos mamíferos placentários, grupo em que se inclui divide-se delimitação



várias vezes Os núcleos das células a espécie humana, a blástula, que é do tipo celoblástula, sem divisão migram para pela divisão



do citoplasma a periferia do citoplasma é também conhecida por blastocisto.



16 Coleção Estudo







1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23







■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



Embriologia animal

Embrioblasto A maioria dos animais nos quais se forma o tubo digestório

é constituída por protostômios. Os deuterostômios são

Blastoceles os equinodermos e os cordados.

Na maioria dos animais triblásticos, forma-se também

uma cavidade denominada celoma. O celoma é uma

Trofoblasto cavidade embrionária totalmente revestida pelo mesoderma.

Todos os animais que possuem essa cavidade são ditos

Blastocisto – No blastocisto, o blastoderma denomina-se celomados. Nem todos os animais triblásticos formam

trofotoderma ou trofoderma (do grego Trophe, nutrição, o celoma. Assim, quanto à presença ou não do celoma,

e derma, pele) e os blastômeros que a constituem são chamados

os animais triblásticos são classificados em: acelomados,

de trofoblastos. Há ainda um aglomerado de blastômeros

que formam o embrioblasto (massa celular interna, botão pseudocelomados e celomados (eucelomados). embrionário). Os trofoblastos darão origem ao córion

e a parte da placenta; o embrioblasto dará origem ao embrião

propriamente dito, ao saco vitelino, ao alantoide e ao âmnion. Ectoderma As células do embrioblasto, portanto, são células tronco Mesoderma

embrionárias com potencial para diferenciarem-se em qualquer Acelomado
Endoderma Arquêntero

tipo de tecido.

Com a formação da blástula, termina o processo

de segmentação e tem início a gastrulação. Ectoderma

Mesoderma

que, agora, o aumento do número de células é acompanhado Arquêntero A_{Na}
gastrulação, as divisões mitóticas continuam, sendo Endoderma

também de aumento do volume total da estrutura Pseudoceloma gi

embrionária. É durante a gastrulação que se formam os
Pseudocelomado OLO

chamados folhetos embrionários (folhetos germinativos): Bi

ectoderma, endoderma e mesoderma. A partir desses Ectoderma
folhetos embrionários, serão formados os diferentes tecidos
Mesoderma e órgãos que constituirão o corpo do animal. Endoderma

Arquêntero

Em alguns animais, como os celenterados, formam-se apenas Celoma Celomado

dois folhetos embrionários, o ectoderma e o endoderma, por isso são ditos animais diblásticos (diploblásticos).

Na maioria dos animais, formam-se três folhetos embrionários

Animais triblásticos – Acelomados: Animais nos quais não se (ectoderma, mesoderma e endoderma), por isso são ditos

forma o celoma. Ex.: platelmintos. Pseudocelomados: Animais animais triblásticos (triploblásticos).

nos quais se forma uma cavidade delimitada de um lado pelo mesoderma e do outro pelo endoderma; por isso, essa cavidade

Diblásticos Triblásticos não é considerada um verdadeiro celoma e sim um pseudoceloma

Celenterados moluscos, anelídeos, artrópodes, *se forma o verdadeiro celoma (euceloma), que é uma cavidade* (Cnidários) Platelminotos, asquelmintos, *(falso celoma). Ex.: asquelmintos. Celomados:* Animais nos quais

equinodermos e cordados. *totalmente delimitada pelo mesoderma. Ex.: moluscos, anelídeos,*

artrópodes, equinodermos e cordados.

Na maioria dos animais, durante a gastrulação, forma-se também o arquêntero (do grego *archaios*, antigo, primitivo, Quando o celoma se origina de fendas no mesoderma,

e *enteron*, intestino) ou gastrocele, uma cavidade delimitada o animal é dito esquizocelomado (do grego *schizo*, dividido,

pelo endoderma, que dará origem à cavidade digestiva fendido); quando se forma a partir de bolsas que brotam

do animal. Por isso, o arquêntero é também chamado de tubo do teto do arquêntero (intestino primitivo), o animal

digestório primitivo do animal. é enterocelomado (do grego *enteron*,

intestino). Moluscos,

anelídeos e artrópodes são esquizocelomados; equinodermos

O arquêntero possui uma abertura, o blastóporo,

e cordados são enterocelomados.

que, dependendo do grupo de animal, poderá originar

a boca ou o ânus. Quando origina a boca, o animal é dito A
transformação da blástula em gástrula não é feita da

protostômio (protostomados); quando origina o ânus, mesma maneira
em todos os animais, existindo diferentes

o animal é dito deuterostômio (deuterostomados). tipos ou processos
de gastrulação.

Editora Bernoulli 17

Frente A Módulo 12

Com a continuidade do desenvolvimento embrionário, **Anfioxo**

ocorre a histogênese (formação dos tecidos). Na histogênese, Cabeça
as células dos folhetos embrionários sofrem diferenciação, Tentáculos
dando origem aos tecidos do animal, conforme mostra

o quadro a seguir: Faringe Tubo nervoso dorsal

Fendas
branquiais

Histogênese

Tecido Origem embrionária Notocorda

Dependendo do local, pode ter origem nos Intestino

Epitelial três folhetos embrionários: ectoderma,
mesoderma e endoderma.

Conjuntivo Origina-se do mesoderma.

Muscular Ânus Origina-se do mesoderma.

Cauda

Nervoso Origina-se do ectoderma.

O anfioxo é um animal muito utilizado para o estudo

À medida que se diferenciam, os tecidos se associam do
desenvolvimento embrionário, sendo considerado um

uns aos outros formando os diferentes órgãos do animal: provável
ancestral dos vertebrados. Devido à sua relativa

é a organogênese (formação dos órgãos). simplicidade, seu estudo
facilita a compreensão das

variações apresentadas pelos animais vertebrados durante

Os órgãos relacionados com uma mesma função formam o seu
desenvolvimento embrionário.

um sistema. Assim, encontramos no animal diferentes

sistemas (digestório, circulatório, reprodutor, etc.). Ovo oligolécito

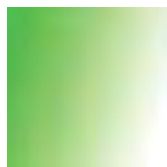
O processo de diferenciação celular depende de sinais

1ª clivagem

provenientes de hormônios, da matriz extracelular, de contato
entre células e de fatores de diferenciação chamados

genericamente de citocinas. Nos seres multicelulares que

se reproduzem por fecundação, todas as células do corpo Micrômeros de um indivíduo se originam do zigoto e, portanto, têm os



mesmos genes. Durante o processo de diferenciação celular,

ocorre repressão de certos genes e ativação de outros. 3ª clivagem 3^{aaa} a cccclliiivvvva vaaaag g g g geeeeem m m m m m m Assim, em cada célula, apenas uma parte dos genes está



ativa (em funcionamento), enquanto os demais permanecem

inativos. Desse modo, cada célula só produz certos tipos de Macrômeros

4ª clivagem

proteínas que determinam sua forma e função peculiares.

Esse fenômeno, conhecido por atividade gênica diferencial,

explica as diferenças morfológicas e fisiológicas existentes

entre as células de um indivíduo. 5ª clivagem 5 5 5^{aaaa} 5 ccccl^a cl clliliivvva va vaag v eeem ag ag g g e m m

DESENVOLVIMENTO Micrômeros

EMBRIONÁRIO DO ANFIOXO Blastômeros eros Mórula



O anfioxo é um animal marinho pertencente ao grupo Blastoderma ma



dos protocordados (cordados mais primitivos). Atinge no Blastocoele máximo 10 cm de comprimento. São pouco frequentes



em nossas praias, mas abundantes em certas praias no



sul da China, onde se enterram na areia limpa e grossa. Blástula ástula. Macrômeros. Macr de águas rasas, deixando apenas a extremidade anterior.

para fora. Ocasionalmente, saem para nadar por meio de **Segmentação no anfioxo** – O anfioxo possui ovo do tipo

rápidos movimentos laterais. Tanto a região anterior como a *oligolécito* que realiza segmentação holoblástica, formando

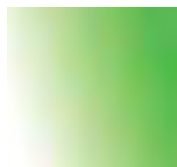
posterior são afiladas, característica da qual provém o nome *uma celoblástula* cuja *blastoderma* apresenta *micrômeros*

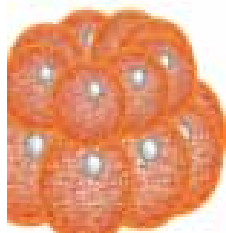
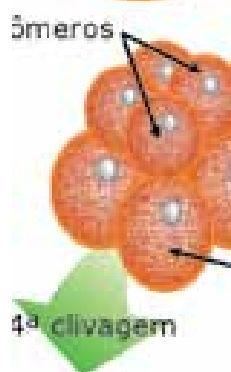
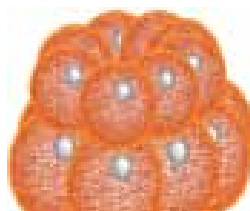
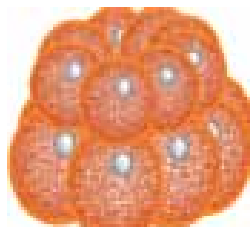
“anfioxo” (do grego *amphi*, duas, e *oxus*, ponta). e *macrômeros*.

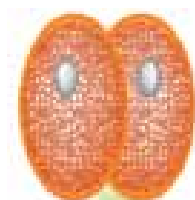


18 Coleção Estudo

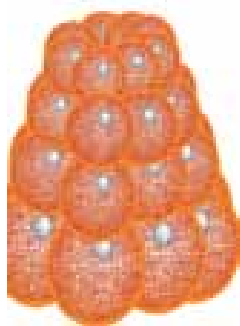
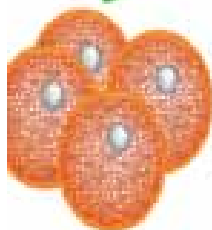


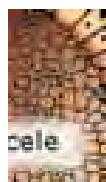
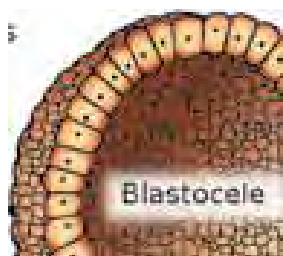
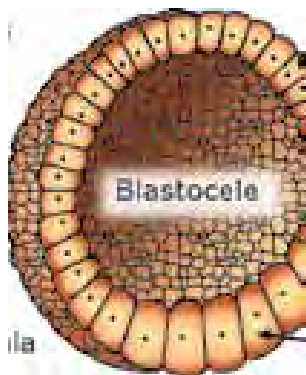






2ª clivagem





Embriologia animal

Após a formação da blástula, tem início a gastrulação, que *Fase inicial da gastrulação no anfioxo* – Conforme

no anfioxo é feita por embolia ou invaginação. *mostram as figuras, a gastrulação no anfioxo inicia-se pela*

Veja a figura a seguir: *invaginação da camada inferior de blastômeros, ou seja,*

dos macrômeros, para o interior da blastocele. À medida que

Arquêntero os macrômeros invaginam-se para o interior da blastocele,

em formação



essa cavidade vai desaparecendo progressivamente, surgindo

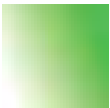
Blastocele



uma outra cavidade denominada arquêntero (arquenteron)



ou gastrocele, que corresponde ao intestino primitivo do



Blástula animal. No final do processo de invaginação, os macrômeros



(em corte) encostam nos micrômeros que se encontram no polo oposto e,



com isso, desaparece totalmente a blastocele. Nesse estágio,



Ectoderma a gástrula do anfioxo é didérmica, isto é, apresenta apenas



dois folhetos embrionários: o ectoderma (ectoderme), mais



Arquêntero Mesentoderma externo, e o mesentoderma (mesentoderme), mais interno,

Blastóporo que mais tarde se diferenciara em mesoderma (mesoderme) e endoderma (endoderme). Nesse estágio, a gástrula já apresenta



o arquêntero, que se comunica com o meio exterior através do

blastóporo. Como o anfioxo é um animal do grupo dos cordados,

Gástrula o blastóporo dará origem ao ânus. Dessa forma, o anfioxo é um

(em corte) animal deuterostômio.

A gástrula do anfioxo em seu estágio inicial, quando constituída por apenas dois folhetos embrionários (gástrula didérmica), A

possui um aspecto que lembra um pequeno balão, conforme mostram as figuras a seguir: gi

A OLO

A Bi



B



B

C

C

D

D 1



A



B

C



2

Cortes esquemáticos em gástrula do anfioxo no estágio inicial (gástrula didérmica)
 – 1. corte longitudinal: A. ectoderma; B. mesentoderma; C. arquêntero; D. blastóporo. 2. corte transversal.

Com a continuidade do seu desenvolvimento, a gástrula do anfioxo sofre a neurulação, passando para um estágio mais

avанçado denominado nêurula. Durante a neurulação, teremos a formação do tubo neural, como também da notocorda,

do mesoderma e do celoma.

Editora Bernoulli 19

Frente A Módulo 12

A seguir, células ectodérmicas das bordas multiplicam-se,



Ectoderma organizando as cristas neurais que recobrem a placa neural.

Mesentoderma Uma vez completamente recoberta, a placa neural invagina-se de modo a formar o sulco neural que dará origem finalmente ao tubo neural. Com a continuidade do desenvolvimento

Arquêntero

embrionário, o tubo neural também dará origem ao sistema nervoso animal. A notocorda e o mesoderma formam-se

Gástrula Corte da gástrula simultaneamente a partir do mesentoderma. A notocorda

é uma estrutura de sustentação mecânica, rígida, que



se dispõe ao longo do eixo craniocaudal do animal. É exclusiva dos cordados, aparecendo em todas as espécies desse grupo.

Dependendo da espécie, pode persistir ou não no indivíduo

Cristas neurais adulto. No anfioxo, por exemplo, ela persiste durante toda

Placa neural a vida do animal. Nos peixes adultos, ela também persiste Placa neural

sob a forma de peças vestigiais que ficam entre as vértebras da coluna vertebral. Entretanto, na grande maioria dos vertebrados (anfíbios, répteis, aves, mamíferos), a notocorda acaba sendo totalmente substituída pela coluna vertebral. A notocorda origina-se de uma evaginação que se desprende da região central do mesentoderma, correspondente ao teto do arquêntero. O mesoderma origina-se de evaginações laterais do mesentoderma. A cavidade delimitada pelo mesoderma recebe o nome de celoma.

Tubo
neural

Notocorda

Sulco neural Teto do Celoma arquêntero

Evaginações laterais Ectoderma

Mesoderma Somatopleura somático

Mesoderma

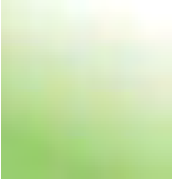
esplâncnico

Esplanchnopleura

Endoderma



Tubo digestório



primitivo



Tubo neural *A **nêurula do anfioxo** – Observe que o mesoderma é constituído*



Notocorda *por dois folhetos: folheto somático e folheto esplâncnico.*

Ectoderma *O folheto somático é a parte do mesoderma que fica aderida*

ao ectoderma, enquanto o folheto esplâncnico fica aderido

Celoma

Mesoderma ao endoderma. O folheto somático do mesoderma e a parte

Tubo do ectoderma ao qual está aderido formam a somatopleura. Endoderma digestório O folheto esplâncnico e a parte do endoderma ao qual fica aderido

*formam a
esplanopleura.*

Dando continuidade ao desenvolvimento embrionário

Formação do tubo neural, da notocorda e do celoma do anfioxo, ocorrem a histogênese e a organogênese, que

– O tubo neural origina-se a partir de um achatamento do correspondem, respectivamente, aos processos de formação

ectoderma da região dorsal, formando a chamada placa neural. dos tecidos e dos órgãos, a partir dos folhetos embrionários.

20 Coleção Estudo

Embriologia animal

DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO HUMANO

A espécie humana pertence ao grupo dos mamíferos eutérios, animais que têm como uma de suas principais características

a formação de uma placenta bem-desenvolvida durante o desenvolvimento embrionário, por isso são também conhecidos como mamíferos placentários.

O desenvolvimento embrionário humano inicia-se na tuba uterina, após a ocorrência da fecundação, com a formação

da célula-ovo (zigoto). Por meio dos movimentos peristálticos tubários e do movimento de varredura dos cílios das células epiteliais que revestem a cavidade tubária, o ovo é levado em direção ao útero. Durante essa trajetória, que dura cerca de 4 a 5 dias, o ovo humano, que é do tipo alécito, realiza uma segmentação holoblástica igual, formando uma mórula que, por sua vez, origina uma blástula, conhecida também por blastocisto.

Parede posterior
do útero

Blastocistos

Mórula Estágio de quatro oito células
células células Estágio de duas Estágio
de

Zigoto

Fertilização

Folículo

próximo da Ovócito

primário Folículo crescimento Folículo
em maturidade na tuba Folículo

Folículo secundário maduro **A**

Ovócito inicial **gi** Vasos

Corpo

albicans Ovócito liberado

Corpo lúteo maduro Folículo roto

Folículo em atresia Tecido conjuntivo Corpo lúteo em

Endométrio Tecido coagulado desenvolvimento (em degeneração)

Segmentação na espécie humana – A segmentação (clivagem) do zigoto com a formação da mórula ocorre enquanto o zigoto em divisão passa pela tuba uterina. Normalmente, a formação do blastocisto (blástula) se dá no útero.

3

2

1

Blastocisto humano – O blastocisto possui uma cavidade denominada blastocele (1). As células distendidas que formam sua parede constituem o trofoblasto (2), que dará origem à parte embrionária da placenta. Apresenta ainda um aglomerado de blastômeros em um dos polos, o embrioblasto (3), também conhecido por massa celular interna ou, ainda, nó embrionário. Do embrioblasto virão todas as células que vão constituir o embrião propriamente dito.

Editora Bernoulli **21****Frente A Módulo 12**

Membrana

plasmática Zona pelúcida

Espaço

perivitelino Zigoto Blastômeros

Massa celular

interna

Trofoblasto

Blastocisto Blástula Mórula

jovem

Segmentação – Apesar de a clivagem aumentar o número de células (blastômeros), as células-filhas são menores do que as células-mães. O embrião só começa a aumentar de tamanho depois da degeneração da zona pelúcida. A zona pelúcida é uma camada de glicoproteínas que envolve o ovócito II, o óvulo e o ovo (zigoto), e persiste até as primeiras fases do desenvolvimento, degenerando-se no estágio mais avançado de blástula.

Na cavidade uterina, cerca de 6 dias após a fecundação, a blástula (blastocisto) perde a zona pelúcida, permitindo,

assim, que as células trofoblásticas entrem em contato com o endométrio, iniciando o processo de nidação, que consiste na fixação da blástula no endométrio, geralmente pelo lado adjacente à massa celular interna. Durante essa implantação, o trofoblasto diferencia-se em duas camadas: citotrofoblasto e sinciciotrofoblasto. O primeiro corresponde à região onde as células mantêm suas características celulares, enquanto o segundo corresponde à região onde as células formam um sincício. A figura a seguir ilustra o início do processo de nidação.

Glândulas do endométrio

Conjuntivo do

endométrio

Capilar sanguíneo

Epitélio do endométrio

Sinciciotrofoblasto

Embrioblasto

Citotrofoblasto

Região da cavidade uterina Blastocelo

Nidação – Além de ajudar na fixação do blastocisto no endométrio, o sinciciotrofoblasto passa a produzir o hormônio HCG (gonadotrofina coriônica), que atuará no ovário impedindo, durante certo tempo, a degeneração do corpo lúteo, mantendo-o em atividade, produzindo progesterona, hormônio necessário durante todo o período de gestação. Juntamente com parte do endométrio, o trofoblasto formará a placenta, anexo embrionário que, entre outras funções, nutre o embrião até o final da gravidez.

22 Coleção Estudo

Embriologia animal

Dando continuidade ao desenvolvimento, células do trofoblasto liberam enzimas proteolíticas sobre o endométrio, abrindo espaço para a implantação da blástula. As células do embrioblasto se

multiplicam e se organizam de modo a formar duas cavidades, a vesícula amniótica e a vesícula vitelínica, separadas pelo disco embrionário, conforme mostra a figura a seguir:

Vesícula amniótica

Ectoderma extraembrionário

Epiblasto (ectoderma embrionário)

Disco embrionário

Hipoblasto (endoderma embrionário)

Vesícula vitelínica

Endoderma extraembrionário

A vesícula amniótica dará origem, posteriormente, à bolsa amniótica ou âmnio, anexo embrionário que tem como função

proteger o embrião contra choques mecânicos e também contra a desidratação. Em muitos animais vertebrados, a vesícula vitelínica ou saco vitelínico armazena o vitelo (substância nutritiva para o embrião). Mas, nos mamíferos eutérios, cuja nutrição do embrião é feita pela placenta, a vesícula vitelínica atrofia-se gradativamente. Convém ressaltar, entretanto, que, no início da embriogênese, a vesícula vitelínica constitui o primeiro órgão hematopoiético (formador do sangue). As células que formam o assoalho da vesícula amniótica constituem o epiblasto (ectoderma embrionário), e as que formam o teto da vesícula vitelínica formam o hipoblasto (endoderma embrionário). Essas duas camadas de células (epiblasto + hipoblasto) formam o disco embrionário (disco dérmico). Do disco embrionário, vão se originar todos os constituintes do embrião.

As demais células que delimitam as vesículas amniótica e vitelínica

formam, respectivamente, o ectoderma extraembrionário **A**

e o endoderma extraembrionário. **gi**

Com a continuidade do desenvolvimento, células se interpõem entre o trofoblasto e as duas vesículas (amniótica e vitelínica),

formando o mesoderma extraembrionário (extraembrionário porque não está disposto entre os dois folhetos que constituem **OLO**

o disco embrionário, ficando limitado à área extraembrionária). É discutida a origem dessas células que formam o mesoderma **Bi**

extraembrionário, existindo autores que admitem que elas se originam do trofoblasto, do próprio disco embrionário ou da vesícula vitelínica. A figura a seguir representa como é o embrião humano por volta do 12º dia de desenvolvimento.

Vilosidades coriônicas

Ectoderma extraembrionário

Vesícula amniótica

Endométrio

Epiblasto Celoma extraembrionário (ectoderma embrionário)

embrionário Disco Pedículo embrionário Hipoblasto

(endoderma embrionário) Mesoderma extraembrionário

Endoderma extraembrionário

O mesoderma extraembrionário forma uma camada de revestimento em volta da vesícula amniótica e da vesícula

vitelínica, assim como por dentro do trofoblasto. A cavidade delimitada pelo mesoderma extraembrionário constitui o celoma extraembrionário. A camada formada pelo trofoblasto e pelo mesoderma extraembrionário, que reveste externamente o celoma extraembrionário, passa a ser denominada córion. No final da segunda semana, a partir do córion, originam-se as vilosidades coriônicas, que, juntamente com o endométrio, formam a placenta.

Editora Bernoulli 23

Frente A Módulo 12

Parte do mesoderma extraembrionário também forma o pedículo embrionário, uma ponte entre as duas vesículas e o

trofoblasto. O pedículo embrionário será o ponto de formação do futuro cordão umbilical que ligará o embrião à placenta.

Ao término da segunda semana do desenvolvimento, o embrião já estará todo contido (envolvido) pelo endométrio.

Na terceira semana, surge na superfície do epiblasto (ectoderma embrionário), na porção que está voltada para o pedículo

do embrião, uma elevação situada na linha média: a linha primitiva. A linha primitiva resulta da proliferação e da migração

de células do epiblasto para o plano mediano do disco embrionário.

Logo à frente da linha primitiva, surge também uma

pequena elevação denominada nó primitivo (nó de Hensen).

Concomitantemente, forma-se, na linha primitiva, um sulco

estreito, o sulco primitivo. O sulco primitivo resulta do movimento de “mergulhamento” ou infiltração de células do epiblasto

no interior do disco embrionário. Processo semelhante ocorre no nó primitivo, formando no seu interior uma depressão,

a fosseta primitiva. As figuras a seguir dão uma ideia de como são essas estruturas.

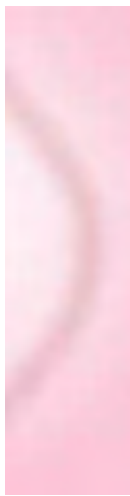
Ectoderma do

embrião

Borda cortada
do âmnio



Saco vitelino coberto pelo



mesodema extraembrionário



Nó
primitivo



Fosseta
primitiva



Sulco
primitivo
da



linha
primitiva



Nível de secção B



A Pedículo do embrião



Nó primitivo Sulco
primitivo da



B linha primitiva



Ectoderma do



embrião

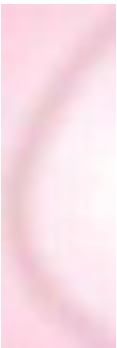
—

A. Vista dorsal de um embrião humano com 16 dias. O âmnio foi removido para expor o disco embrionário; **B.** Corte transversal.

As células que vão sendo formadas na linha primitiva migram e se insinuam entre o ectoderma e o endoderma do embrião,



formando o terceiro folheto, o mesoderma embrionário (mesoderma intraembrionário), conforme ilustra a figura a seguir:



1 2





Origem do mesoderma intraembrionário – Células que migram da linha primitiva (1) para se interpor entre o ectoderma (2) e o endoderma (3).



24 Coleção Estudo





Embriologia animal

Simultaneamente à formação do mesoderma embrionário, forma-se também a notocorda, a partir de células que migram pela borda anterior do nó primitivo. Veja a figura a seguir:

Movimento das células que
dão origem à notocorda

Parede da

vesícula amniótica

extraembrionário Mesoderma Ectoderma
embrionário

Nó primitivo com
a fosseta primitiva

Linha primitiva
com sulco primitivo

Endoderma Parede da
embrionário vesícula vitelínica A

Movimento das células gi

que dão origem ao OLO

mesoderma embrionário Bi

Ainda durante a terceira semana, logo após a formação da notocorda, tem início a neurulação com a formação do tubo

neural. A neurulação termina no fim da quarta semana. Durante a neurulação, o embrião é denominado nêurula. As figuras a seguir mostram, resumidamente, a formação do tubo neural.

A

3

1 B

4

C

5

D

6

Formação do tubo neural – **A.** Células do ectoderma (3), situadas logo acima da notocorda (1), diferenciam-se constituindo uma região mais espessa do que as outras áreas ectodérmicas. Essa região constitui a placa neural (2). A formação da placa neural se dá a partir de uma indução da notocorda sobre o ectoderma; **B.** Logo em seguida, a placa neural invagina-se, formando a goteira neural (4); **C.** O fechamento da goteira neural origina o tubo neural (5), que se destaca do ectoderma; **D.** Porções laterais da placa neural que não são incorporadas ao tubo neural formam as cristas neurais (6), que correm paralelamente ao tubo neural. O tubo neural dará origem ao SNC (Sistema Nervoso Central), formado pelo encéfalo e pela medula nervosa. As cristas neurais darão origem aos gânglios nervosos e também às meninges (pelo menos a pia-máter e a aracnoide).

Editora Bernoulli 25

Frente A Módulo 12

Na quarta semana, ocorre uma mudança de forma do embrião, resultado da combinação de movimentos da curvatura lateral

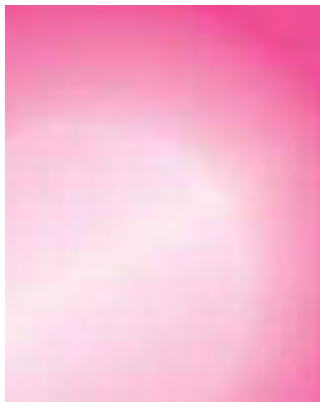
e cefalocaudal. Desse modo, o embrião passa da forma de uma placa plana para uma estrutura cilíndrica. Essas transformações são de difícil compreensão por envolverem movimentos que implicam, simultaneamente, vários aspectos tridimensionais e vários planos de incidência. A figura a seguir representa, resumidamente, um corte transversal do embrião cilíndrico, passando pela porção mediana do corpo.

Ectoderma

Tubo neural

Mesoderma para-axial (epímero)

Mesoderma intermediário (mesômero) Mesoderma



Mesoderma lateral (hipômero)

Notocorda

Celoma

Esplanchnopleura Folheto esplâncnico Folheto somático Somatopleura
do mesoderma

do mesoderma

Tubo digestório

O mesoderma é subdividido em três regiões: mesoderma para-axial, que está mais próximo da notocorda; mesoderma

intermediário e mesoderma lateral. Pouco depois de sua formação, o mesoderma para-axial, que se estendia homogeneamente pelos lados da notocorda, segmenta-se formando blocos de mesoderma, denominados somitos, situados, simetricamente, nos dois lados da notocorda. Com a continuidade do desenvolvimento, cada somito organiza-se em três partes: esclerótomo, miótomo e dermatomo, que darão origem, respectivamente, à coluna vertebral, às fibras musculares esqueléticas e à derme (parte conjuntiva da pele). O mesoderma intermediário terá importante papel na formação dos aparelhos urinário e genital. O mesoderma lateral subdivide-se em dois folhetos: folheto somático e folheto esplâncnico. Esses dois folhetos delimitam uma cavidade, o celoma intraembrionário. O celoma intraembrionário é a cavidade geral do embrião que será posteriormente septada e dividida em três cavidades: pericárdica, pleural e peritoneal. O folheto somático é a parte do mesoderma lateral que fica aderida ao ectoderma, enquanto o folheto esplâncnico fica aderido ao endoderma. O folheto somático do mesoderma e o ectoderma ao qual está aderido formam a somatopleura; o folheto esplâncnico e o endoderma ao qual está aderido formam a esplanchnopleura.

Da quarta à oitava semana, ocorre a histogênese e a organogênese. O quadro a seguir mostra alguns exemplos de estruturas

do nosso corpo e suas respectivas origens embrionárias.

Tecidos e órgãos Origem embrionária

Epiderme e seus anexos (pelos, unhas, glândulas sebáceas, glândulas sudoríparas), melanócitos,

glândulas salivares, glândulas lacrimais, mucosa bucal, mucosa anal, tecido nervoso, encéfalo, medula

Ectoderme

espinhal, hipófise, derme (exceto da cabeça e do pescoço), tecido adiposo da cabeça e do pescoço, musculatura lisa da cabeça e do pescoço.

Tecidos conjuntivos (exceto a derme, as cartilagens, o tecido ósseo e o tecido adiposo da cabeça e do

pescoço), tecidos musculares (exceto o tecido muscular liso da cabeça e do pescoço), endotélio, serosas Mesoderme (pleura, pericárdio e peritônio), gônadas, rins, baço, córtex da adrenal.

Tecido epitelial do tubo digestório (exceto das mucosas bucal e anal), fígado, pâncreas, epitélio das

vias respiratórias (exceto das cavidades nasais), pulmões, epitélio da bexiga, tireoide, paratireoides. Endoderme

À medida que os tecidos e os órgãos se formam, a forma do embrião se modifica. No final da oitava semana, este já tem

uma forma distintamente humana, passando, então, a ser denominado feto.

26 Coleção Estudo

Embriologia animal

ANEXOS EMBRIONÁRIOS

Os anexos embrionários são estruturas transitórias, extraembrionárias, que se formam juntamente com o embrião

e que realizam importantes funções para o desenvolvimento do mesmo. O quadro a seguir mostra os diferentes anexos

embrionários que se formam durante o desenvolvimento embrionário dos animais vertebrados.

Anexos embrionários

Animais	Saco vitelino	Âmnio	Alantoide	Córion	Placenta
----------------	----------------------	--------------	------------------	---------------	-----------------

Peixes	+	-	-	-	-
--------	---	---	---	---	---

Anfíbios	+	-	-	-	-
----------	---	---	---	---	---

Répteis	+	+	+	+	-
---------	---	---	---	---	---

Aves	+	+	+	+	-
------	---	---	---	---	---

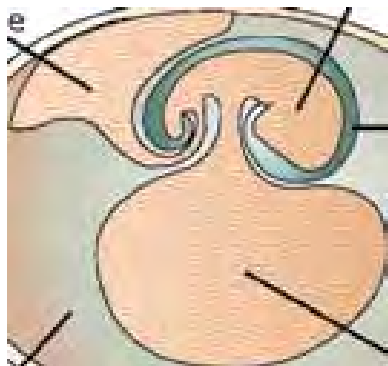
Mamíferos	+	+	+	+	- ovíparos
-----------	---	---	---	---	------------

Mamíferos	+	+	+	+	+
					vivíparos (atrofiado) (atrofiado)

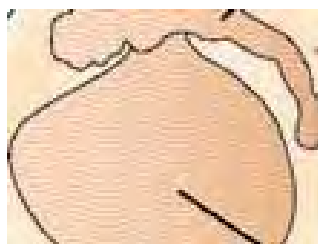
Embrião

Embrião

Alantoide



Geleia



Âmnio

Membrana A

do ovo gi

Casca porosa OLO

Saco vitelino Bi

Saco vitelino

Córion

Peixe Ave

Vilosidade Placenta
coriônica Miométrio

Saco vitelino



Alantoide Endométrio

Oviduto



Decídua capsular



(tecido uterino)



Vasos do cordão
umbilical Córion

Âmnio



Endométrio

Colo uterino

Embrião humano, anexos embrionários e útero – A chamada *decídua*, indicada na figura anterior, corresponde à camada de endométrio que ficou recobrindo o ovo após a nidificação. A *decídua* também tem função protetora.

• **Saco vitelino (vesícula vitelina)** – Origina-se do endoderma e do mesoderma e tem como principal função

a nutrição do embrião, já que armazena o vitelo (lécito) que fornecerá nutrientes para o desenvolvimento do mesmo.

Nos anfíbios, o vitelo fica contido nos macrômeros, não formando, assim, uma vesícula vitelina típica. Nos peixes,

répteis, aves e mamíferos ovíparos, ele é muito desenvolvido. Já nos mamíferos placentários, esse anexo atrofia-se

gradativamente, até desaparecer quase que por completo, sendo incorporado ao cordão umbilical.

Frente A Módulo 12

Embora se torne um anexo atrofiado nos mamíferos Nos mamíferos placentários, o alantoide é bastante

placentários, nas primeiras semanas do desenvolvimento rudimentar (atrofiado). Ainda assim, tem papel

embrionário desses animais, o saco vitelino exerce importante porque participa da formação do cordão

importante função hematopoiética, formando as umbilical. Seus vasos sanguíneos se transformam

primeiras hemácias do embrião. Posteriormente, essa na veia e nas artérias umbilicais.

função passa a ser realizada pelo mesênquima (um Nos vertebrados ovíparos, o alantoide é bem-

tecido embrionário originário do mesoderma); mais desenvolvido e cresce até alcançar a casca do ovo,

tarde, passa a ser realizada pelo fígado e pelo baço. sendo responsável pelas seguintes funções: Após o nascimento do indivíduo, a função de produzir

hemácias é desempenhada exclusivamente pela • **Função respiratória** – É através do alantoide

medula óssea vermelha. que ocorrem as trocas gasosas (O e CO₂) entre

o embrião e o meio externo.

• **Âmnio (vesícula amniótica; bolsa amniótica)** –

Origina-se do ectoderma e do mesoderma. É uma • **Função excretora** – O alantoide recebe e

grande bolsa que acumula gradativamente um líquido acumula as excretas nitrogenadas provenientes

claro, o líquido amniótico, no qual fica mergulhado do

metabolismo proteico embrionário que, nos

o embrião. Esse líquido tem como função evitar vertebrados ovíparos, é constituído basicamente

o ressecamento do embrião (proteção contra pelo ácido úrico.

desidratação), como também atenuar qualquer • **Transporte de cálcio** – Através do alantoide, abalo ou choque mecânico. Cerca de 90% do líquido uma certa quantidade de cálcio é retirada da

amniótico é constituído por água. O restante está casca do ovo e transportada até o embrião,

representado por sais inorgânicos e orgânicos, no qual é utilizada na formação das primeiras

proteínas, carboidratos, hormônios. Em suspensão estruturas esqueléticas ósseas. nesse líquido, encontram-se células epiteliais fetais

Peixes e anfíbios são animais alantoidianos, ou seja, descamadas. As células soltam-se do embrião

não formam o alantoide durante o desenvolvimento e flutuam no líquido amniótico que as banha. embrionário. Répteis, aves e mamíferos são animais

Com uma agulha, uma pequena amostra desse líquido

alantoidianos

pode ser retirada para análise, sendo esse exame

denominado amniocentese. As células vivas obtidas • **Córion** – Nos vertebrados ovíparos, o córion é apenas

dessa amostra podem ser cultivadas e usadas para uma membrana protetora, originária do ectoderma e

análises genéticas e bioquímicas. Essas análises do mesoderma, que envolve o embrião e os outros

podem revelar o sexo do feto, assim como marcadores anexos

embrionários. Nos embriões desses animais,

genéticos para doenças e síndromes cromossômicas. algumas regiões do alantoide aderem firmemente

Na espécie humana, a amniocentese é realizada, ao córion, formando o corioalantoide (ou membrana

normalmente, após a 14ª semana de gestação, corioalantoide). Sendo vascularizada e localizada

e os resultados demoram cerca de duas semanas para logo abaixo da casca porosa do ovo, a membrana

estar completos. corioalantoide permite a ocorrência de trocas gasosas

entre o embrião e o ar atmosférico.

Na sequência evolutiva dos vertebrados, o âmnio

tornou o processo de desenvolvimento embrionário Nos mamíferos eutérios, o córion desenvolve-se

independente da água do meio ambiente, seja a partir do trofoblasto, diferenciando-se em duas

no interior de um ovo terrestre (répteis, aves partes: córion liso e córion frondoso. O córion liso

e mamíferos ovíparos), seja no interior do útero é a parte mais delgada que fica grudada à face

(mamíferos vivíparos). externa da membrana amniótica. O córion frondoso

avoluma-se mais, formando as vilosidades coriônicas,

Os animais que desenvolvem o âmnio durante

que participam da formação da placenta. Além de a sua embriogênese denominam-se amniotas, e os

participar da formação da placenta, o córion que não o formam são chamados de anamniotas. frondoso

ajuda a manter o embrião fixado à parede

Peixes e anfíbios são anamniotas, enquanto os uterina.
Informações sobre defeitos genéticos

répteis, as aves e os mamíferos são amniotas.

e cromossômicos também podem ser obtidas a partir

• **Alantoide** – Formado a partir do endoderma do córion, através de uma técnica chamada de amostra

do intestino primitivo, junto à extremidade caudal da vilosidade coriônica. Atualmente, essa técnica

do embrião, de onde um grupo de células começa está sendo mais utilizada do que a amniocentese.

a proliferar, originando uma pequena bolsa O exame consiste em retirar uma pequena amostra

chamada alantoide. de tecido da superfície das vilosidades coriônicas.

28 Coleção Estudo

Embriologia animal

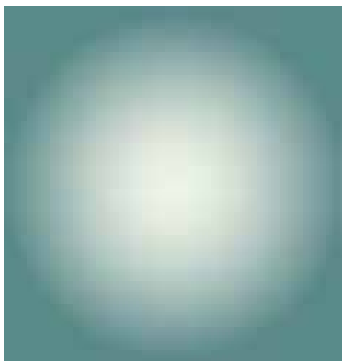
Na espécie humana, esse exame é realizado na oitava A placenta comunica-se com o embrião através do

semana de gestação, portanto, mais precocemente cordão umbilical, que muitos autores consideram

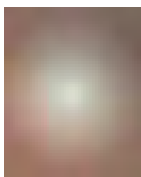
do que a amniocentese e os resultados ficam como outro anexo embrionário. prontos em alguns dias. Além disso, como os

resultados da amniocentese são fornecidos depois da

14ª semana de gestação, a interrupção da gravidez, Placenta devido à constatação de anormalidade no feto,



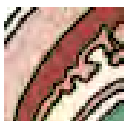
feita neste estágio do desenvolvimento embrionário



poderá acarretar mais risco à saúde da mãe do que



um aborto realizado em estágio mais precoce.



Cordão



- **Placenta** – É formada pelas vilosidades coriônicas umbilical e pela mucosa uterina (endométrio) onde essas vilosidades penetram. Tem, portanto, em sua constituição, tecidos materno e fetal. Na placenta, capilares pertencentes à circulação fetal estão em íntima relação com a circulação materna. Útero O sangue da mãe e do feto circulam bem próximos, sem, contudo, haver mistura dos dois. Entretanto, devido a essa proximidade, ocorre difusão de nutrientes e O da circulação materna para a 2 circulação fetal, bem como de CO e excretas 2 nitrogenadas da circulação fetal para a circulação Vagina materna.

- **Trocas gasosas materno-fetais** – O O₂ pedículo embrionário. É uma estrutura longa, mais A A placenta desempenha as seguintes funções: O cordão umbilical origina-se do alantoide e do

presente na circulação materna, por difusão, ou menos cilíndrica, que possui em seu interior gi

alcança a circulação fetal, enquanto o CO da 2 duas artérias e uma veia

- circulação fetal se difunde para a circulação com os capilares placentários do feto. As artérias OLO materna. Portanto, é na placenta que ocorre a umbilicais transportam sangue venoso, enquanto Bi oxigenação do sangue (hematose) fetal. Assim, a veia umbilical faz transporte de sangue arterial. a placenta desempenha importante função Preenchendo os espaços entre os vasos sanguíneos respiratória para o concepto. umbilicais, encontramos o tecido conjuntivo mucoso, **Nutrição** – Substâncias nutritivas, como glicose, que é conhecido também como geleia de Wharton. aminoácidos, vitaminas, sais minerais, etc.,

também passam dos capilares placentários Cordão umbilical maternos para os capilares placentários fetais. Veia umbilical

- **Excreção** – Na rede de capilares placentários, Artérias umbilicais

os catabólitos provenientes do metabolismo fetal

passam para a circulação materna. São levados Porção para os órgãos excretórios maternos para, então, fetal da serem eliminados para o meio externo. Espaço placenta

- **interviloso Imunização** – Muitos anticorpos produzidos pelo

organismo materno passam para o organismo Vilosidade

fetal através da placenta. Esses anticorpos coriônica Porção recebidos da mãe conferem temporariamente Capilares materna (até cerca de seis meses após o nascimento) fetais da placenta uma proteção contra várias doenças infecciosas

naturalmente. Vênula materna Arteríola materna para as quais a mãe tenha sido sensibilizada Endométrio

- **Função endócrina ou hormonal** – Logo no

início de sua formação, a placenta produz o HCG **Placenta** – Os espaços intervilosos, cheios de sangue materno,

(gonadotrofina coriônica) que atuará no ovário, são derivados de “lacunas”, que se desenvolvem a partir do

impedindo a degeneração do corpo amarelo, sincitiotrofoblasto. Através da fina barreira que separa esse

mantendo-o em atividade até aproximadamente sangue materno dos capilares fetais no interior das vilosidades

o quarto mês de gestação. Por volta dessa coriônicas, ocorre troca de materiais: nutrientes, oxigênio

época, o corpo amarelo (corpo lúteo) começa e água, provindos do sangue materno, passam para a veia

a regredir e a placenta, já mais desenvolvida, umbilical; o dióxido de carbono

passa a produzir progesterona e também certa *a ureia, trazidos à placenta pela artéria umbilical, passam para*

quantidade de estrógeno. o sangue da mãe.

Editora Bernoulli 29

Frente A Módulo 12

FORMAÇÃO DE gÊMEOS

Os gêmeos univitelinos, também chamados de monozigóticos (MZ), ou de gêmeos “verdadeiros”, descendem do mesmo “óvulo” e do mesmo espermatozoide, ou seja, são resultantes do desenvolvimento de uma única célula-ovo ou zigoto. São sempre do mesmo sexo e apresentam a mesma constituição genética, ou seja, os seus genótipos são idênticos. A formação de gêmeos monozigóticos usualmente começa no estágio de blastocisto (blástula) e resulta da divisão do embrioblasto (massa celular interna) em dois primórdios embrionários (botões germinativos) que se desenvolvem dando origem a dois embriões (65% dos casos de MZ), cada um com sua bolsa **Poliembrionia em tatu** – *Nos tatus, por exemplo, cada zigoto amniótica, compartilhando um só córion e uma placenta sempre dará origem a quatro tatusinhos. A consequência da*

(placenta gemelar monócoriônico-diamniótica). Entretanto, *poliembrião* é a formação de gêmeos monozigóticos. cada um dos gêmeos liga-se à placenta por seu próprio

Os gêmeos bivitelinos, também chamados de dizigóticos cordão umbilical.

(DZ), gêmeos fraternos ou de “falsos gêmeos”, descendem

Embrioblasto de zigotos distintos, ou seja, de “óvulos” distintos, cada um

deles fecundado por um espermatozoide diferente. Assim,

surgem duas ou mais células-ovo ou zigotos. Podem ser

Blastocisto ou não do mesmo sexo e apresentam constituição genética

diferente.

Futuros

Trofoblasto embriões Para ocorrer a formação de gêmeos dizigóticos, é necessário

que ocorra com a fêmea o fenômeno da poliovulação, isto é,

Gêmeos monozigóticos formados pela divisão do liberação de dois ou mais “óvulos” ao mesmo tempo ou em

embrioblasto (blastodierese) – Em um blastocisto já formado, pequenos intervalos de tempo. o embrioblasto divide-se em dois ou mais grupos celulares. Cerca de dois terços dos gêmeos são dizigóticos.

Forma-se, então, um blastocisto com mais de um embrioblasto A semelhança genética entre eles é a mesma que existe

e um único trofoblasto. Cada embrioblasto dará origem a um entre irmãos ou irmãs nascidos em épocas diferentes.

embrião, mas a placenta será a mesma para todos eles. Sempre têm dois âmnios e dois córions. As duas placentas

Mais raramente, também, pode ocorrer a formação de podem estar

fundidas ou não. Cada embrião tem seu próprio

gêmeos MZ devido à separação precoce dos blastômeros, cordão umbilical. durante o estágio em que há de duas a oito células. Neste

n

caso, haverá a formação de gêmeos MZ com dois âmnios, dois córions e duas placentas, que podem estar ou não n n fundidas. 2n

Em casos ainda mais raros, também pode ocorrer a 2n 2n 2n 2n formação de gêmeos MZ devido à diferenciação de dois discos embrionários dentro do mesmo blastocisto. Neste caso, os gêmeos estarão numa mesma bolsa amniótica e também terão em comum a placenta e o córion. Cada embrião, entretanto, terá o seu próprio cordão umbilical.

Os chamados gêmeos xipófagos (gêmeos siameses) **A B** podem se formar quando o disco embrionário não se dividir completamente. Assim, os gêmeos MZ podem nascer interligados por alguma parte do corpo. Em alguns casos, os gêmeos estão ligados entre si apenas pela pele ou por tecidos cutâneos e, em outros, compartilham apenas determinados *Em A, gêmeos univitelinos. São provenientes do mesmo “óvulo”* órgãos (por exemplo, fígado fundido). Em alguns casos, *e do mesmo espermatozoide e, consequentemente, de um*

os gêmeos xipófagos podem ser separados com sucesso por *mesmo zigoto. São do mesmo sexo e têm a mesma constituição*

procedimentos cirúrgicos. *genética, embora as impressões digitais possam ser diferentes.*

Denomina-se poliembrionia a formação de dois ou mais espermatozoides diferentes e, consequentemente, de zigotos

embriões, a partir de um único zigoto. Em algumas espécies, diferentes. Podem ser ou não do mesmo sexo e não são

a poliembrionia é um fenômeno constante. geneticamente idênticos.

30 Coleção Estudo

Embriologia animal

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

Notocorda

01. (Unifor-CE) A figura mostra o desenvolvimento inicial de C) Ectoderme um animal: D) Celoma

Vista em corte mediano E) Blastóporo

05. (UDESC) Da gestação de uma mulher, nasceram duas



crianças. Sobre o fato, foram levantadas algumas



hipóteses. Assinale a **CORRETA**.

Pela figura, o desenvolvimento foi mostrado até a fase de

A) Se as crianças forem de sexos diferentes, sua origem

A) zigoto.

B) mórula.

C) gástrula. B) Se forem dois meninos, pode ter ocorrido poliembrionia.

D) blástula. C) Se forem univitelinos (ou monozigóticos), sua origem

E) nêurula. foi a poliovulação.

02. D) Se forem crianças idênticas, originaram-se pelo (PUC Minas) Logo após a fecundação, a célula-ovo

sofre várias divisões. Tendo em vista essas divisões, fenômeno da poliovulação.

é **CORRETO** dizer que E) Se as crianças forem do mesmo sexo, então,

certamente, ocorreu o fenômeno da poliembrionia.

A) são todas mitoses normais, e as células resultantes

são sempre haploides.

B) ocorrem praticamente sem aumento de volume do

EXERCÍCIOS PROPOSTOS A ovo, e as células resultantes são os blastômeros.

C) são muito rápidas e resultam em células cada vez **gi**

menores para reduzir o número de cromossomos.

D) a velocidade dessas divisões está na dependência da **01.** (UFU-MG)

OLO

quantidade de vitelo, e as células com pouco vitelo **Bi**

praticamente não se dividem.

E) essas divisões são imprevisíveis, e o resultado é

sempre a formação da mórula, que deve apresentar

uma cavidade interna.

03. (PUC Minas) É característica de ovos ricos em vitelo

A) apresentarem desenvolvimento rápido, por não

dependerem do meio interno.

B) a riqueza de vitelo comprimir o núcleo na periferia, 2

nos mamíferos.

C) o vitelo estar confinado a um dos polos da célula,

conhecido como polo animal.

D) terem velocidade de segmentação lenta, de acordo 1

com a regra de Balfour.

E) pertencerem às aves e serem classificados como Observando o corte de um embrião anteriormente

mediolécitos. esquematizado podemos afirmar que

04. I. trata-se do embrião de um Chordata. (UFMG) No esquema, todas as estruturas podem ser

II. o número 1 representa o arquêntero.

observadas, **ExCETO**

III. o número 2 indica o celoma.

IV. o número 3 representa o tubo neural.

Para responder a esta questão, utilize o seguinte código:

A) Se apenas I, II e III forem corretas.

B) Se apenas I e II forem corretas.

C) Se apenas II e IV forem corretas.

D) Se apenas a IV for correta.

E) Se todas forem corretas.

Editora Bernoulli **31**

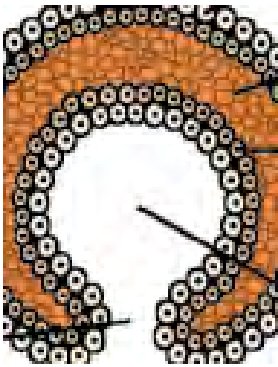
Frente A Módulo 12

02. (Unip-SP) O esquema a seguir representa o estágio Quais estão **CORRETAS**?

embrionário conhecido por gástrula: A) Apenas I

1 B) Apenas II

C) Apenas
III



2

D) Apenas
II e III



E) I, II e III



3

06. (UFRN–2010) Assinale a alternativa **INCORRETA** quanto
ao reino
animal.

5 4 A) Os animais, em sua maioria, são celomados.

A blastocele está assinalada pelo número B) Os platelmintos são organismos acelomados.

A) 1. B) 2. C) 3. D) 4. E) 5. C) Os anelídeos são organismos pseudocelomados.

D) Os nematódeos são organismos pseudocelomados.

03. (UFMG) Os tecidos nervoso e muscular originam-se, E) Animais diblásticos possuem apenas dois folhetos respectivamente, do embrionários: ectoderma e endoderma.

A) mesoderma e endoderma.

B) ectoderma e mesoderma. **07.** (UNIRIO-RJ) Uma mulher grávida sofre irradiação com

C) endoderma e ectoderma. raios X. No momento da irradiação, o embrião estava sob

D) endoderma e mesoderma. a forma de gástrula e somente as células da ectoderme

E) mesoderma e ectoderma. foram atingidas.

Poderão sofrer mutação os tecidos

04. (UFMG) Todas as alternativas a seguir apresentam

A) nervoso, conjuntivo e epiderme.

relações certas entre folhetos embrionários e tecidos

animais deles originados, **ExCETO** B) nervoso e do aparelho circulatório.

A) Ectoderma – Tecido epitelial de revestimento. C) nervoso e epiderme.

B) Endoderma – Tecido muscular cardíaco. D) conjuntivo, do aparelho urinário e muscular.

C) Mesoderma – Tecido muscular esquelético. E) de revestimento do tubo digestório, urinário e

D) Endoderma – Tecido epitelial glandular. reprodutivo.

E) Mesoderma – Tecido conjuntivo.

08. (UFU-MG–2006) Faça a correlação entre os anexos

05. (UFRGS) O esquema a seguir representa um corte embrionários apresentados na coluna A e as funções

transversal de um animal, mostrando os três folhetos descritas na coluna B.

embrionários básicos:

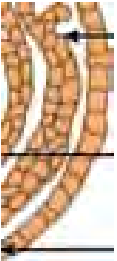
COLUNA A COLUNA B



Tubo neural 1. Alantoide a. Protege o embrião contra traumatismos.



3 2. Vesícula b. Exerce função endócrina (produz



vitelina progesterona e gonadotrofina coriônica).

2 3. Líquido c. Participa da realização de trocas gasosas e
amniótico armazenamento de excreções.

1 d. Importante no processo de nutrição de 4. Placenta embriões de peixes, répteis e
aves.

Considere as seguintes afirmativas, a partir do esquema: Assinale a alternativa que apresenta a correlação

I. O animal é um celomado. **CORRETA.**

II. Os rins originam-se do mesoderma, folheto A) 1-a; 2-b; 3-c; 4-d

embrionário indicado pelo número 3.

B) 1-d; 2-c;
3-a; 4-b

III. O tubo neural, que formará o sistema nervoso,

C) 1-b; 2-d;
3-a; 4-c

origina-se do ectoderma, folheto embrionário indicado

pelo número 1. D) 1-c; 2-d; 3-a; 4-b

32 Coleção Estudo

Embriologia animal

09. (PUC Minas) No cordão umbilical, são encontradas 1. () A segmentação 1 é do tipo holoblástica ou total,

típica de ovos com pouco vitelo (oligolécitos), que

A) uma artéria e duas veias. podem ser encontrados em mamíferos.

B) uma artéria e uma veia.

2. () A segmentação 2 é holoblástica ou total,

C) três artérias que conduzem sangue venoso. desigual. Nela, o zigoto tem um polo animal e um

D) duas artérias e duas veias. polo vegetativo e pode ser encontrada em anfíbios.

E) duas artérias e uma veia. 3. () A segmentação 2 é típica dos ovos telolécitos,

devido ao modo como o vitelo está distribuído, tendo

10. (VUNESP) Uma senhora deu à luz dois gêmeos de micrômeros no polo vegetativo, e macrômeros no polo

sexos diferentes. O marido, muito curioso, deseja animal.

saber informações sobre o desenvolvimento de seus

4. () Ao final da segmentação 1, observamos

filhos, a partir da fecundação. O médico respondeu-lhe,

o aparecimento de uma cavidade central que,

CORRETAMENTE, que

A) dois óvulos foram fecundados por um único e excêntrica, características da mórula. espermatozoide. na segmentação 2, é relativamente menor

B) um óvulo, fecundado por um espermatozoide, 5. () Os processos de segmentação 1 e 2 conduzem

originou um zigoto, o qual dividiu-se em dois zigotos, à formação de um disco germinativo, ou cicatrícula,

formando dois embriões. que origina o embrião.

C) um óvulo foi fecundado por dois espermatozoides,

constituindo dois embriões. **12.** (Unicamp-SP-2009) Recentemente, pesquisadores

D) dois óvulos, isoladamente, foram fecundados, cada um

por um espermatozoide, originando dois embriões. brasileiros conseguiram produzir a primeira linhagem

E) o uso de medicamentos durante a gestação causou de células-tronco a partir de embrião humano.

alterações no zigoto, dividindo-o em dois. As células-tronco foram obtidas de um

embrião **A**

em fase de blástula, de onde foram obtidas células **gi**

11. (UFPE–2009) Observe a segmentação de dois tipos de ovos que, posteriormente, foram colocadas em meio de cultura

representados a seguir e analise como **VERDADEIRA (V)** para se multiplicarem.

OLO

ou **FALSA (F)** as proposições seguintes. **Bi**

A) As células-tronco embrionárias podem solucionar
problemas de saúde atualmente incuráveis.

Quais características dessas células-tronco permitem

1) que os pesquisadores possam utilizá-las no futuro
para este fim?

B) Blástula é uma etapa do desenvolvimento
embrionário de todos os animais. **IDENTIFIQUE**
entre as figuras a seguir qual delas corresponde

à fase de blástula e **INDIQUE** uma característica que a diferencia da fase anterior e
da posterior
do desenvolvimento embrionário.

A B

2)

C D

E F

Frente A Módulo 12

SEÇÃO ENEM gABARiTO 01. Numa maternidade, uma parturiente que deu à luz gêmeos

do mesmo sexo, sem anomalias genéticas, interessou-se em saber se os mesmos eram monozigóticos ou dizigóticos. **Fixação**

Entre os diferentes métodos utilizados para determinar-se

a zigosidade, está o exame dos anexos embrionários.

A tabela a seguir mostra a frequência de gêmeos mono

e dizigóticos com base nesse tipo de exame.

03. D

Um córion Dois córions

04. E

Zigosidade Um Dois Uma Duas

âmnio 05. B âmnios placenta placentas

Monozigóticos Raro 65% 25% 10%

Dizigóticos – – 40% 60% **Propostos**

Para atender à solicitação dessa mãe, realizou-se o exame 02. B
dos anexos embrionários dos gêmeos, que indicou
a presença de dois córions e de duas placentas. 03. B
Com base no resultado desse exame e nas informações

04. B

da tabela, é correto dizer que

A) os gêmeos certamente são dizigóticos. 05. E

B) os gêmeos foram formados a partir de um único zigoto.

06. C

C) os gêmeos são geneticamente idênticos.

D) é mais provável que os gêmeos sejam dizigóticos. 07. C

E) os gêmeos foram formados devido à divisão do 08. D

embrioblasto na fase de blástula.

09. E

02. Após a fecundação do óvulo pelo espermatozoide, é formado

o zigoto, que passará por sucessivas etapas de divisões 10. D

mitóticas e diferenciação celular, até formar um indivíduo

propriamente dito. Esses eventos são denominados 11. V V F F F

embriogênese, ou desenvolvimento embrionário, e suas 12. A) São células
indiferenciadas com capacidade de

etapas são: segmentação, gastrulação e organogênese. originar qualquer tipo de
célula do organismo.

Disponível em: www.mundoeducacao.com.br.

B) A blástula é a figura E. Uma característica que

Acesso em: 20 maio 2011.

diferencia essa etapa da anterior (mórula)

As figuras a seguir mostram algumas fases do

desenvolvimento embrionário humano. é a presença de uma cavidade denominada

blastocoele; uma característica que a diferencia



da fase posterior (gástrula) pode ser a presença



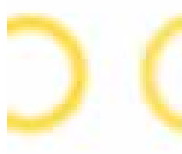
de arquêntero ou a presença de blastóporo ou,



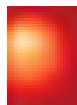
Ainda, a presença de folhetos embrionários. B C D E



A formação da blástula, fase que marca o término da **Seção**
Enem segmentação e antecede a gastrulação, está representada



pela figura



01. D

A) A. D) D.



B) B. E) E. 02. C



C) C.



34 Coleção Estudo **Biologia** Módulo FRENTE Sistema urinário 11 B



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

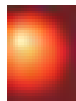
■

■

■

■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

•

■

■

•

■

•

■

•

■

•

■

•

■

•

■

•

■

•

■

•

■

•

■

•

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■







Durante as reações do metabolismo celular, formam-se Logo abaixo dessa cápsula, fica a região cortical (região mais

resíduos denominados catabólitos que, por serem inúteis periférica do órgão) também conhecida por córtex renal,

e muitas vezes tóxicos, devem ser eliminados para o seguida da região mais central, a medula renal. meio externo. A excreção consiste na eliminação desses

catabólitos, bem como na eliminação de substâncias que A medula renal é composta de 10 a 18 estruturas de

estejam em excesso no meio interno. aspecto piramidal, as pirâmides renais (pirâmides de

Malpighi), cujos vértices se comunicam com os cálices renais,

Entre os catabólitos, temos as excretas nitrogenadas

os quais se reúnem para formar o bacinete (pelve renal), que (amônia, ureia, ácido úrico), provenientes de reações

é a parte superior e dilatada do ureter (canal que comunica metabólicas que envolvem a participação de compostos

o rim com a bexiga).

nitrogenados, como aminoácidos e proteínas. As excretas

nitrogenadas são retiradas do meio interno e conduzidas ao

Em cada rim, penetra uma artéria – a artéria renal – que é meio externo através do sistema urinário.

um ramo da artéria aorta. No interior do rim, a artéria renal Aorta origina arteríolas que, por sua vez, dão origem a uma rede de capilares. Esses capilares reúnem-se formando vênulas



que desembocam numa veia, a veia renal. A veia renal sai



do rim e abre-se na veia cava inferior.



Veia cava contorcidos inferior Artéria renal

Cálice Córtex com
unidades renais
e túbulos

Artéria
Rim renal Medula com



tubos
coletores

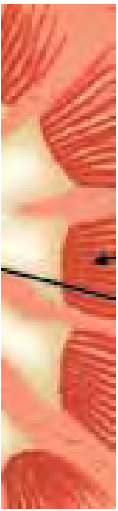
Veia

Ureter renal Bacinete

Ureter

Bexiga





Cápsula renal



Veia renal

Uretra

Rim humano (esquerdo) em corte longitudinal

Sistema urinário humano – *Constituído pelos rins, ureteres,*

bexiga e uretra. Cada rim humano possui cerca de um milhão de

Os rins humanos possuem uma morfologia típica unidades denominadas néfrons. Cada néfron, por sua vez, que lembra grãos de feijão, envolvidos por uma é constituído por um corpúsculo ou glomérulo de Malpighi, cápsula, a cápsula renal, constituída por tecido pelo túbulo contorcido

(contornado) proximal, pela alça

conjuntivo denso e, portanto, rico em fibras colágenas. néfrica (alça de Henle) e pelo túbulo contorcido distal.

Editora Bernoulli 35

Frente B Módulo 11

Veja a seguir o esquema de um néfron.

Arteríola T. contorcido Glomérulo renal proximal distal T. contorcido

eferente Glomérulo Túbulo contorcido proximal Cortical (em corte)

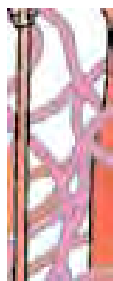
Túbulo contorcido

Arteríola distal Glomérulo

aferente



Cápsula glomerular



(em corte) Alça de

Henle

Medular

Tubo coletor

Vênula Capilares

peritubulares Pirâmide

Ureter de
Malpighi

Ramo

Alça de descendente À esquerda, corte esquemático do rim, representando a

Henle Tubo tomografia geral do órgão. A figura da direita mostra a Ramo coletor localização cortical e medular dos componentes do néfron e do ascendente sistema de tubos coletores.

Estruturas de um néfron Os néfrons são as unidades fisiológicas dos rins, uma vez

que nessas estruturas é que ocorre o processo de formação

Cada glomérulo de Malpighi é um novelo de vasos da urina.

sanguíneos de menor calibre, originários de uma arteríola,

a arteríola aferente, envolvido por uma cápsula, a cápsula A

FORMAÇÃO DA URINA de Bowman (cápsula glomerular). Do glomérulo sai a

arteríola eferente que origina uma extensa rede de capilares A formação da urina envolve três etapas: filtração,

que envolve os túbulos renais. Esses capilares peritubulares reabsorção e secreção ativa. reúnem-se formando uma vênula que, por sua vez, desemboca

na veia renal. Assim, o sangue proveniente da artéria aorta, A)

Filtração – Consiste na passagem de substâncias ao penetrar no rim, segue a seguinte trajetória: do plasma sanguíneo, que passa pelo glomérulo de

Malpighi, para o interior da cavidade da cápsula de



Artéria Bowman. A força responsável por essa filtração é a Arteríolas Glomérulos Arteríolas



renal aferentes renais eferentes própria pressão sanguínea no interior do glomérulo.



Veia cava Veia Capilares Vênula Essa pressão, que normalmente é de 70 a 80 mmHg,

inferior é suficiente para fazer com que aproximadamente 1/5 renal peritubulares

do plasma atravessasse as paredes do glomérulo e caia

A cavidade da cápsula de Bowman comunica-se com na cavidade da

cápsula de Bowman. Essa filtração

um túbulo de trajetória retorcida, o túbulo contorcido é conhecida por filtração glomerular (filtração renal,

proximal. Este, por sua vez, é continuado por um túbulo ultrafiltração glomerular). O material retirado do

em forma de U, a alça néfrica (alça de Henle), que sangue através dessa filtração recebe o nome de

possui dois ramos: um descendente (de paredes mais filtrado glomerular. delgadas) e um ascendente (de paredes mais espessas).

O ramo ascendente da alça néfrica é continuado pelo Arteriola Arteriola

aferente eferente

túbulo contorcido distal que, por sua vez, desemboca no

tubo coletor. Em um mesmo tubo coletor, desembocam Glomérulo túbulos distais provenientes de diversos néfrons. A reunião de Malpighi

de vários tubos coletores forma uma pirâmide de Malpighi,

cujo vértice se abre num cálice renal. Os cálices renais, por

sua vez, abrem-se no bacinete renal, de onde sai o ureter

em direção à bexiga.

Os glomérulos de Malpighi e os túbulos contorcidos Cápsula de Setas indicando

(proximais e distais) são encontrados na região cortical Bowman o sentido do fluxo do rim, enquanto as alças néfricas se localizam na região da filtração

medular do órgão. *A filtração glomerular*

Sistema urinário

O filtrado glomerular é constituído por moléculas No túbulo contorcido distal, há absorção ativa de relativamente pequenas (água, glicose, aminoácidos, sódio e, em presença do hormônio antidiurético vitaminas, ácido úrico, ureia, etc.) e íons (Na^+ , Cl^- , (ADH), também haverá reabsorção de água Ca^{++} , etc.). Macromoléculas, como as proteínas de (o ADH torna as paredes do túbulo distal mais alto peso molecular, não conseguem passar através permeáveis à água). Ao chegar no tubo coletor, caso das paredes dos glomérulos e, por isso, normalmente haja a presença do hormônio antidiurético, também não são encontradas no filtrado glomerular. haverá reabsorção de mais água e, assim, a urina

Em condições normais, as células sanguíneas também eliminada será hipertônica (mais concentrada). Na não são encontradas nesse filtrado. ausência desse hormônio, as paredes do túbulo

Calcula-se que, em todos os néfrons, cerca de 120 mL distal e do tubo coletor tornam-se menos permeáveis de plasma extravasam por minuto, o que corresponde à água e, desse modo, a urina eliminada será à formação de, aproximadamente, 7 litros de filtrado hipotônica (mais diluída).

por hora. Da cápsula de Bowman, o filtrado passa **C) Secreção ativa** – Consiste na passagem de

para o interior dos túbulos renais, onde a maior substâncias do interior dos capilares peritubulares

parte das substâncias que o constituem retorna para

para o interior dos túbulos renais. Isso é feito por o sangue através da reabsorção.

mecanismo de transporte ativo. Por esse processo,

B) Reabsorção renal (reabsorção tubular) – são eliminados, por exemplo, os íons H^+ que estejam

É o retorno para a corrente sanguínea de substâncias em excesso no sangue, o que evita o abaixamento

do filtrado glomerular. Isso é feito através das paredes do pH do sangue e torna a nossa urina ácida.

dos túbulos renais, ou seja, substâncias que foram É também por esse processo que certos medicamentos,

filtradas do sangue, agora presentes no interior presentes no sangue de pessoas em tratamento **A**

dos túbulos renais, atravessam as parede desses (antibióticos, por exemplo), são jogados no interior **gi**

túbulos e as paredes dos capilares peritubulares, dos túbulos renais e eliminadas junto com a urina.

retornando, assim, para a corrente sanguínea. Isso explica o encontro de uma maior taxa de **OLO**

Essa reabsorção pode ser ativa ou passiva. antibiótico na urina do que no filtrado glomerular. **Bi** Na reabsorção ativa, substâncias como a glicose,

Através dos tubos coletores, a urina chega aos os aminoácidos e os sais retornam à circulação por

cálices renais que, por sua vez, se abrem no mecanismo de transporte ativo, ou seja, com gasto

de energia (ATP), enquanto a água é reabsorvida no bacinete. Do bacinete, a urina sai através do ureter, passivamente por osmose. sendo levada à bexiga, onde ficará armazenada

até o momento de ser eliminada, através da uretra,

No túbulo proximal, há uma intensa reabsorção ativa para o meio externo. Nas mulheres, a uretra abre-se

de toda a glicose, da totalidade de aminoácidos e na vulva (genitália externa), sendo um órgão que dá

de cerca de 85% dos íons (Na^+ e Cl^-) contidos na passagem apenas à urina. No sexo masculino, a uretra

filtra. Com a reabsorção desses solutos, há uma percorre internamente o pênis, abrindo-se na glândula

diminuição da concentração do líquido tubular (líquido (extremidade do pênis), que, além da urina, também

presente no interior do túbulo renal), que se torna,

dá passagem ao esperma durante a ejaculação.

então, hipotônico em relação ao plasma dos capilares

A comunicação da uretra com a bexiga é mantida peritubulares. Desse modo, tem início no túbulo

fechada pelos esfíncteres (anéis musculares) uretrais.

proximal uma reabsorção passiva de água (osmose).

Quando a musculatura estriada desses anéis relaxa

No túbulo proximal, há absorção de cerca de 85% da

e a musculatura lisa da parede da bexiga se contrai,
água contida no filtrado. Essa reabsorção continua
ocorre a eliminação da urina.
através do ramo descendente da alça néfrica.

Água95,5%

No ramo ascendente da alça néfrica, as paredes são NaCl
..... 1,0% mais espessas e impermeáveis à água. No
entanto,

Ureia 2,0%

aí ocorre reabsorção ativa de sódio e cloro que são
transferidos para o espaço intersticial (peritubular), Ácido úrico
.....0,05% o que torna o líquido tubular hipotônico
(menos Outras substâncias1,45%

concentrado) em relação ao líquido intercelular da *Composição química
normal da urina humana – A urina*

região medular do rim. Dessa região, os sais passam *humana normal
apresenta cerca de 95% de água e 5% de*

para o interior dos capilares peritubulares. *substâncias orgânicas e inorgânicas
dissolvidas nessa água.*

Editora Bernoulli 37

Frente B Módulo 11

HORMÔNIOS Aldosterona

Alguns hormônios atuam em nosso organismo regulando a É
produzida pelas glândulas suprarrenais (adrenais),

diurese (eliminação da urina) e o volume de líquido corporal. localizadas sobre os rins. Sua função é aumentar a

São eles o hormônio antidiurético, a aldosterona e o ANP. reabsorção ativa de Na^+ nos túbulos renais. Essa maior

reabsorção de íons traz como consequência uma maior

Neuro-hipófise

reabsorção passiva de água e, assim, também haverá uma

Coração

maior retenção de água no organismo.

O estímulo para a liberação desse hormônio tem início

ADH ANP quando a pressão sanguínea no interior dos glomérulos Suprarrenal

cai acentuadamente, comprometendo o processo normal



de filtração. Nessa situação, algumas células dos rins

Aldosterona

passam a produzir e liberar na corrente sanguínea uma substância chamada renina. No sangue, a renina estimula

Rim a transformação do angiotensinogênio (uma proteína

plasmática produzida pelo fígado) em angiotensina. Esta, por sua vez, irá atuar nas glândulas suprarrenais, estimulando

Diurese a liberação da aldosterona. Através da corrente sanguínea, a aldosterona chega aos rins, onde irá estimular uma maior

Hormônios que atuam na diurese reabsorção tubular de Na^+ que, conseqüentemente, será

acompanhada de uma maior reabsorção de água. Com isso,

Hormônio antidiurético (ADH) o

volume circulatório aumentará e a pressão sanguínea

voltará aos
níveis
normais.

Conhecido também por vasopressina, esse hormônio é

produzido no hipotálamo (região do encéfalo) e armazenado Fígado Rim Córtex da suprarrenal na neuro-hipófise (região posterior da glândula hipófise),

de onde é liberado na corrente sanguínea. É no hipotálamo

que ficam os centros nervosos osmorreguladores que se

sensibilizam quando há um aumento da concentração do

plasma sanguíneo. Dessa maneira, haverá o estímulo para

que a neuro-hipófise libere o ADH na corrente sanguínea.

Através da corrente sanguínea, esse hormônio chega aos Renina

Aldosterona

rins, onde vai atuar especialmente sobre os túbulos distais

e coletores, tornando-os permeáveis à água. Desse modo, Angiotensinogênio Angiotensina

haverá intensa reabsorção de água nos túbulos distais

e coletores, com consequente eliminação de uma urina *A liberação da aldosterona*

hipertônica (mais concentrada), e maior retenção de água

no organismo. Por outro lado, se a concentração do plasma

Peptídeo natriurético atrial (ANP)

sanguíneo diminui (quando há ingestão de grande quantidade

de água, por exemplo), os centros osmorreguladores do Hormônio produzido pelo coração e liberado em resposta

hipotálamo são inibidos e, assim, não haverá estimulação a uma expansão do átrio quando a pressão arterial aumenta

para que a neuro-hipófise libere o ADH. Na ausência desse em razão do aumento do volume de sangue. Promove a

hormônio, as paredes dos túbulos distais e coletores ficam dilatação das arteríolas aferentes, aumentando a taxa de

menos permeáveis à água e, consequentemente, haverá filtração glomerular. Além de inibir a reabsorção de sódio

redução da reabsorção de água nesses segmentos dos e da água pelos túbulos renais, também inibe a secreção

túbulos renais. Desse modo, o volume de urina eliminado de aldosterona pelas suprarrenais e a liberação de renina.

torna-se maior (aumenta a diurese), bem como a urina Com isso, há um aumento da eliminação de sódio

eliminada é mais diluída (hipotônica).

(natriurese) e água. Age, portanto, de forma antagônica

O ADH, portanto, torna as paredes dos túbulos distais e ao sistema

renina-angiotensina, promovendo aumento da

coletores mais permeáveis à água e isto, conseqüentemente, excreção urinária, redução do volume sanguíneo e redução

aumenta a reabsorção dessa substância. da pressão arterial, que, então, retorna ao normal.

38 Coleção Estudo

Sistema urinário

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 04. (FCMMG) Entre os exames solicitados pelos médicos aos seus pacientes, está o de urina. O exame de urina

inclui pesquisas de elementos normais e anormais. Com

01. (PUC-SP) Na figura a seguir, está esquematizada conhecimentos básicos da função renal, podemos deduzir,

a unidade fisiológica do sistema excretor de um mamífero. **Exceto**

A) A urina é rica em ureia, que é um catabólito do metabolismo de proteína e é tóxico para o organismo.

1

B) A urina é salgada porque a função renal auxilia no equilíbrio ácido-básico do meio interno, eliminando o excesso de sal.

2

C) O encontro de proteínas na urina é normal, já que o rim elimina o excesso dessas substâncias para

controlar o nível proteico do sangue.

D) A pesquisa de glicose deve ser negativa porque os túbulos renais a reabsorvem totalmente após a filtração nos glomérulos.

3 4

As setas 1, 2, 3 e 4 indicam, respectivamente, **05.** (FCC-SP) O hormônio antidiurético (ADH) regula o teor

A) glomérulo, túbulo renal, tubo coletor e alça de de água no corpo humano, determinando aumento de

Henle. reabsorção de água nos túbulos renais. Assim, quando

B) cápsula de Bowman, túbulo renal, alça de Henle e o suprimento de água do corpo for excessivo, espera-se

tubo coletor. encontrar no sangue **A**

C) alça de Henle, túbulo renal, cápsula de Bowman e A) pouco ADH, o que reduz a reabsorção de água. **gi**

tubo coletor.

B) pouco ADH, o que aumenta a reabsorção de água. **OLO**

D) cápsula de Bowman, tubo coletor, alça de Henle e **Bi**

túbulo renal. C) nenhum ADH, o que eleva, ao máximo, a reabsorção de água.

E) glomérulo, cápsula de Bowman, tubo coletor e alça

de Henle. D) muito ADH, o que reduz a reabsorção de água.

02. E) muito ADH, o que aumenta a reabsorção de água. (UFU-MG) Qual das alternativas a seguir indica

CORRETAMENTE as concentrações normais de proteínas?

sanguíneo Plasma **EXERCÍCIOS**
PROPOSTOS Filtrado Urina glomerular

A) Alta Ausente Ausente **01.** (UFPE) No homem, aproximadamente 99% da água do B) Alta Baixa Ausente filtrado glomerular são reabsorvidos, principalmente ao

C) Ausente Baixa Alta nível do(a)

D) Baixa Alta Alta A) cápsula de Bowman.

E) Baixa Ausente Ausente B) ureter.

03. C) glomérulo de Malpighi. (PUC Minas) O filtrado glomerular percorrerá,

D) túbulo contornado proximal.

sequencialmente, no néfron, os seguintes componentes:

E) bexiga.

A) Cápsula de Bowman – túbulo contorcido proximal –

alça de Henle – túbulo contorcido distal. **02.** (PUC Minas) Imagine um naufrago, em alto mar, sem

B) Cápsula de Bowman – túbulo contorcido proximal – ingerir uma gota de água, há várias horas. Diante disso,

alça de Henle – túbulo coletor.

é possível concluir todas as situações a seguir, **EXCETO**

C) Glomérulo – alça de Henle – túbulo contorcido

A) A urina torna-se mais concentrada.

proximal – túbulo coletor.

B) Diminui a pressão osmótica do sangue.

D) Glomérulo – túbulo coletor – alça de Henle – túbulo

contorcido proximal. C) Há aumento da reabsorção tubular de água.

E) Túbulo contorcido proximal – cápsula de Bowman – D) Há aumento da taxa do hormônio ADH (antidiurético).

alça de Henle – túbulo contorcido distal. E) Há menor quantidade de água nos túbulos coletores.

Editora Bernoulli **39**

Frente B Módulo 11

03. (FMU/FIAM-SP) Com relação ao filtrado renal que se forma A ingestão de bebidas alcoólicas provoca redução de ADH,

na cápsula de Bowman, é **CORRETO** afirmar que o hormônio antidiurético, armazenado na neuro-hipófise,

A) a quantidade do filtrado é diminuída pela contração que irá alterar a permeabilidade dos componentes

das arteríolas eferentes. A) 1 e 5.

B) a quantidade do filtrado é aumentada quando a B) 2 e 4.

pressão arterial diminui.

C) 3 e 1.

C) dentro da cápsula, o líquido filtrado tem a mesma

concentração de substâncias que o plasma, sendo, D) 4 e 5. porém, desprovido de proteínas. E) 5 e 2.

D) o trabalho de filtração é realizado pelas células da

cápsula de Bowman. **07.** (FCMMG)

E) a maior parte do líquido filtrado atravessa intacta os

túbulos renais.

ADH ADH

04. (PUC-SP) Em decorrência da baixa ingestão de água pelo

organismo, pode-se prever que Estimula Estimula Inibe Inibe

A) diminua a pressão osmótica do sangue. ADH Pressão osmótica ADH

do sangue baixa

B) os túbulos renais fiquem mais permeáveis à água.

C) diminua a taxa de hormônio antidiurético liberado Pressão osmótica

na circulação. do sangue alta

D) aumente a secreção de aldosterona e diminua a de Reabsorção

hormônio antidiurético. de água

E) a urina se torne muito diluída.

Tubo coletor Tubo coletor

05. de urina de urina (PUC Rio) A água do mar contém, aproximadamente,

três vezes mais sais que o nosso sangue. Nossos rins

podem excretar uma solução salina de concentração Com relação ao mecanismo de ação do hormônio

intermediária entre a da água do mar e de nosso sangue. antidiurético (ADH), destacado anteriormente, podemos

A ingestão de água do mar por um naufrago acarreta, afirmar, **ExCETO**

entre outras coisas, A) Reduz a eliminação de água pelo rim.

A) apenas desidratação dos tecidos. B) É produzido pelo hipotálamo e liberado pela

B) apenas diminuição do volume sanguíneo. neuro-hipófise.

C) apenas aumento do volume sanguíneo. C) Maiores quantidades de ADH tornam a urina mais

D) desidratação dos tecidos e diminuição do volume concentrada.

sanguíneo. D) Aumenta a permeabilidade das células dos túbulos

E) desidratação dos tecidos e aumento do volume renais à água.

sanguíneo.

E) Sua produção é diretamente proporcional à quantidade de água no sangue.

06. (PUC Minas) Observe a figura a seguir, relativa ao

esquema de um néfron:

08. (UFPE) Há uma relação direta entre a eliminação de urina e o volume de líquidos corporais, tanto intersticiais quanto

1

do próprio plasma. Quando a concentração do sangue circulante aumenta, como em caso de grande perda de

água, é **CORRETO** afirmar que

A) a urina torna-se mais diluída.

B) há aumento da produção do hormônio secretina.

4

C) a hipófise não libera o hormônio antidiurético (ADH).

2 5 D) as células dos túbulos renais ficam menos permeáveis

3

à
água.

E) há maior reabsorção de água do filtrado glomerular.

09. (PUC Minas) Interpretando a figura a seguir, que **11.** (Unicamp-SP) O controle do volume de líquido circulante

representa a regulação da secreção e ações do hormônio em mamíferos é feito através dos rins, que ou eliminam

antidiurético (ADH), assinale a afirmativa **INCORRETA**. o excesso de água ou reduzem a quantidade de urina

produzida quando há deficiência de água. Além disso,

A pressão osmótica A pressão osmótica

elevada do sangue os rins são responsáveis também pela excreção de vários baixa do sangue inibe estimula os Osmorreceptores os osmorreceptores metabólitos e íons.

osmorreceptores hipotalâmicos

Impulsos nervosos A) Qual é o hormônio responsável pelo controle do

liberam ADH dos volume hídrico do organismo? Onde ele é produzido?

terminais axônicos,

na glândula hipófise B) Qual é o mecanismo de ação desse hormônio?

posterior, na corrente

sanguínea C) Qual é o principal metabólito excretado pelos rins?



ADH De que substâncias esse metabólito origina?



12. (PUC Rio–2010) No esquema a seguir, podem ser



Rins Glândulas observadas as partes componentes de um néfron humano.
sudoríparas Arteríolas



A) A liberação de ADH no sangue estimula os rins a Arteríola eferente



reterem mais água, diminuindo o volume urinário. Cápsula de Bowman

Arteríola

B) A pressão osmótica elevada estimula a liberação de aferente

ADH e reduz a perda de água por transpiração. A

Glomérulo de

C) As arteríolas sofrem vasoconstrição, elevando a Malpighi gi

pressão arterial em resposta à liberação de ADH.

D) Com a ingestão e absorção de grande quantidade de OLO

água, a pressão osmótica do plasma sanguíneo irá Túbulo Bi

aumentar, inibindo a secreção de ADH. distal Túbulo proximal

10. ou alça néfrica Alça de Henle Túbulo coletor (UFMG–2007) Observe este esquema, em que está

representado um procedimento clínico:

Dialisador Assinale a **única** opção que indica o trecho do néfron

Monitor de com o evento fisiológico a ele relacionado. pressão venosa

A) Cápsula de Bowman – filtração glomerular do sangue.



Bomba de B) Túbulo proximal – absorção de macromoléculas do
heparina sangue.

C) Alça de Henle – formação do filtrado renal final

Detector de ar

desmineralizado.

D) Túbulo distal – reabsorção de moléculas de proteínas

||||| ||| ||||||||||||||| Monitor de para o sangue.

|||

|||

|||||

pressão arterial

E) Túbulo coletor – reabsorção de hemácias para o

Bomba

sangue.

de sangue

É **INCORRETO** afirmar que esse procedimento possibilita a **13.** (UECE–2010)
Os condutos que levam a urina dos rins

para a bexiga urinária são denominados

A) redução de ureia presente no sangue periférico.

A) canais aferentes.

B) remoção de água do plasma sanguíneo.

B) canais deferentes.

C) retirada de proteínas do sangue periférico. C) uretra.

D) simulação de funcionamento do néfron. D) ureteres.

Editora Bernoulli 41

Frente B Módulo 11

SEÇÃO ENEM gABARiTO 01. A filtração glomerular (FG), responsável pela passagem

de água e outras substâncias do interior dos glomérulos **Fixação**
renais para o interior da cápsula de Bowman,
é o resultado de uma interação de forças: PS, PO e PH.

01. B

PS é a pressão do sangue no interior do glomérulo;

PO é a pressão osmótica das proteínas do plasma 02. A
sanguíneo; PH é a pressão hidrostática do fluido que já

03. A

se encontra na cápsula de Bowman. A pressão do sangue

(PS) no interior do glomérulo é o principal fator que 04. C

força a saída da água e outras substâncias do interior

do glomérulo para o interior da cápsula de Bowman. 05. A

Propostos

A pressão osmótica (PO), exercida pelas proteínas presentes apenas no sangue, e não no filtrado glomerular,

assim como a pressão hidrostática (PH) exercida pelo

fluido que já se encontra na cápsula de Bowman, são 01. D

duas forças que se antepõem à PS, conforme mostra o

02. B

esquema a seguir:

Glomérulo 03. C

04. B

PS 05. E

PO PH Cápsula de 06. D Bowman

07. E

08. E

09. D

10. C

Com base nos dados anteriores, a relação existente entre

a filtração glomerular (FG) e as forças PS, PO e PH é: 11. A) É o hormônio antidiurético (ADH), também

A) $FG = PS - (PO + PH)$ conhecido por vasopressina, produzido pelo D) $PO + PH = FG + PS$

B) $PS = FG - (PO + PH)$ E) $FG + PS = PO - PH$ hipotálamo e armazenado na neuro-hipófise.

C) $PH = FG - (PS + PO)$

B) Esse hormônio atua aumentando a

02. permeabilidade das paredes dos túbulos

Nossos rins têm o importante papel de retirar do sangue

muitos resíduos tóxicos do metabolismo, bem como distais e tubos coletores à água, permitindo,

substâncias que se encontram em excesso na circulação. assim, maior reabsorção de água e,

O produto final dessa atividade renal é a urina. Assim, conseqüentemente, maior retenção de água no

ao produzir a urina, nossos rins reduzem a concentração organismo.

de resíduos tóxicos na circulação, bem como contribuem

C) É a ureia, originada do metabolismo das
para a manutenção do equilíbrio interno (homeostase).

proteínas.

Durante a formação da urina, estão envolvidas diferentes

etapas: filtração glomerular (FG), reabsorção tubular (RT) 12. A

e secreção tubular (ST).

13. D

A relação entre a urina eliminada pelo organismo e as

etapas mencionadas anteriormente é **Seção Enem** A) $Urina = FG + ST - RT$

B) $Urina = FG - ST + RT$

C) $\text{Urina} = \text{ST} - \text{FG} + \text{RT}$ 01. A

D) $\text{Urina} = \text{ST} + \text{FG} + \text{RT}$ 02. A

E) $\text{Urina} = \text{RT} + \text{ST} - \text{FG}$

42 Coleção Estudo **Biologia Módulo** **FRENTE Sistema reprodutor 12 B**

SiSTEMA gENi TAL MASCuLiNO o

tratamento usado na criptorquidia para induzir a descida dos testículos para a bolsa escrotal pode ser feito com

administração de determinados hormônios. Se o tratamento

Compõe-se dos seguintes órgãos: testículos, epidídimos,

hormonal não dá resultado, recorre-se à cirurgia.

canais deferentes, canais ejaculadores, vesículas seminais,

próstata, glândulas de Cowper, uretra e pênis.

Túbulos seminíferos

Ductos

Lóbulo eferentes

Ureter testicular

Bexiga Albugínea Epidídimo Vesícula

seminal

Próstata Canal Tubos retos

Uretra deferente Glândula de ejaculador Canal Rede testicular



Pênis Cowper



Canal deferente **Morfologia interna do testículo** – Cada testículo é envolvido

urinário e por uma cápsula espessa e resistente, constituída por tecido Orifício



genital conjuntivo denso, denominada cápsula testicular (albugínea, Testículo Epidídimo



túnica albugínea). Internamente, o testículo é dividido em



Sistema genital masculino (em corte lateral) compartimentos piramidais chamados de lóbulos testiculares. No



interior de cada lóbulo, há de um a quatro túbulos contorcidos,



Testículos

Os túbulos seminíferos terminam em fundo cego,

Em número de 2, os testículos são as gônadas

medem cerca de 0,2 mm de diâmetro e de 30 a 70 cm

(glândulas sexuais) masculinas. Possuem uma morfologia

de comprimento. No interior desses túbulos, encontramos

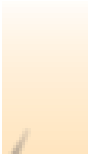
ovoide e localizam-se no interior da bolsa escrotal (saco

as células germinativas primordiais (espermatogônias)

escrotal, escroto).

e as células nutrientes de Sertoli (epiteliócitos sustentadores).

Durante o desenvolvimento embrionário do indivíduo, Veja a figura a seguir:



os testículos se formam e se desenvolvem no interior da



cavidade abdominal. Antes do nascimento, descem e se
Espermatozoides E Esper Esper Esper p rm rm rm alojam no interior
da bolsa escrotal. Algumas vezes, um

ou mesmo os dois testículos podem permanecer retidos
Espermiogênese ees es see see

na cavidade abdominal. Essa retenção é conhecida por Espermatócito
II { { { {

Mitose seee Espermatócito I

criptorquidia (“testículo escondido”). A criptorquidia Lâmina
Espermatogônia

compromete a espermatogênese (processo de formação dos basal

espermatozoides), uma vez que a produção dos gametas Células
masculinos exige condições de temperatura um pouco de Sertoli

abaixo de 37 °C. No interior da bolsa escrotal, a temperatura Células
intersticiais

é de alguns graus abaixo da temperatura da cavidade

-

A região superior mostra um corte de um túbulo seminífero,

abdominal, oscilando, geralmente, entre 33 e 35 °C, que é *onde se veem as células da linhagem da espermatogênese e*

-

mais favorável para a espermatogênese. Assim, a retenção *as células de Sertoli. A região abaixo da lâmina basal mostra o*

-

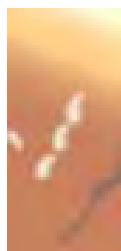
dos testículos na cavidade abdominal, onde a temperatura *tecido intersticial do testículo com vasos sanguíneos, fibroblastos*

normal é de 37 °C, pode tornar o indivíduo estéril. *e células intersticiais.*

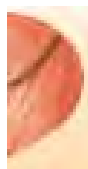


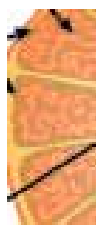
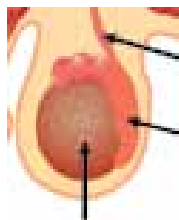














—

■

■

■

■

—

■

■

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

—

■

■

■

—

■

■

■

■

—

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



1

2

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

—

■

■

—

—

■

—

—

—

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

.

.

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

114

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

•

■

■

■

■

•

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

•

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

-

■

-

■

■

-

■

-

■

■

■

■

■

■

-

■

-

■

■

-

■

-

■

■

-

■

-

■

-

-

■

■

■

■

-

■

-

■

-

■

■

-

■

-

■

■

■



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

—

■

—

■

■

—

■

—

■

■

■

—

—

■

■

—

—

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

—

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

-

—

■

—

■

■

■

■

■

—

—

—

■

—

■

■

■

■

■

—

—

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

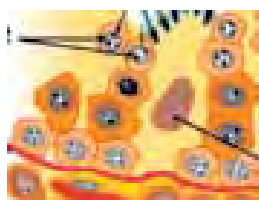
■

■

■

■

■





Frente B Módulo 12

As células germinativas primordiais (espermatogônias) Na espermiogênese (transformação das espermátides

darão origem aos espermatozoides, enquanto as células em espermatozoides), o citoplasma é eliminado em

de Sertoli têm por função nutrir as células que se formam grande parte. Com isso, a célula fica menor e mais

durante o processo da espermatogênese. leve, o que facilitará a sua locomoção, realizada pelo

Preenchendo os espaços existentes entre os túbulos flagelo (originário de um dos centríolos). A energia

seminíferos, encontramos tecido conjuntivo propriamente para a movimentação desse flagelo vem de numerosas

dito, nervos, vasos sanguíneos e linfáticos. Nesses espaços, mitocôndrias que se dispõem ao redor de sua base.

a partir da puberdade, aparece mais um tipo celular: A partir do complexo de Golgi, forma-se o acrossomo(a),

as células intersticiais de Leydig, responsáveis pela produção vesícula que contém a enzima hialuronidase,

de testosterona (hormônio sexual masculino). necessária para penetração do espermatozoide no

gameta feminino por ocasião da fecundação.

Os testículos desempenham duas funções: gametogênica

e hormonal (endócrina). Durante a espermiogênese, pode haver formação

A) de espermatozoides anômalos (sem flagelos, Função gametogênica dos testículos – Trata-se

da gametogênese masculina, também chamada de sem acrossomos, etc.). Esses espermatozoides

espermatogênese (formação dos espermatozoides). não são férteis. Considera-se dentro dos limites

É realizada no interior dos túbulos seminíferos a partir da normalidade a ocorrência de até 15% de

das células germinativas masculinas (espermatogônias). espermatozoides anômalos. Percentuais maiores

podem afetar a fertilidade masculina. Fatores como

Espermatogônia desnutrição, álcool e outras drogas também podem 2n

comprometer a espermatogênese normal.

Mitose

Espermatogônias Fase de 2n 2n lento e sua duração varia com a espécie. Na espécie proliferação A espermatogênese é um processo relativamente e

Mitoses humana, a partir das espermatogônias que

param de se dividir e crescem, transformando-se

Espermatogônias em espermatócitos I, a formação dos espermatozoides

2n 2n 2n 2n dura cerca de 64 dias.

Espermatócito I Crescimento Fase de sem divisão **B) Função endócrina (hormonal) dos testículos** – crescimento 2n celular É realizada pelas células intersticiais de Leydig. Espermocitogênes

Meiose I Essas células produzem testosterona, hormônio

Espermatócito II n n Fase de sexuais secundárias masculinas (aparecimento
Meiose II sexual masculino, responsável pelas características

maturação de barba, desenvolvimento dos pelos em várias

Espermátides regiões do corpo, mudança na tonalidade de voz,

n n n n desenvolvimento dos órgãos sexuais, etc.).

n n n n

Espermio gênese Adeno-hipófise



Espermatozoides



Espermatogênese – Pode ser subdividida em espermatocitogênese



e espermiogênese. A espermatocitogênese, por sua vez,

é subdividida em três fases: fase de proliferação, fase LH FSH

de crescimento e fase de maturação. Nela, ocorrem divisões

celulares (mitose e meiose) e aumento do volume celular Túbulos seminíferos

Espermatogênese

(crescimento). Na fase de proliferação (fase proliferativa,

fase de multiplicação, fase germinativa), as espermatogônias Células intersticiais

Testosterona sofrem mitoses sucessivas, formando novas espermatogônias.

Quando param de se dividir, essas células aumentam de volume

e passam a ser chamadas de espermatócitos I (citos I, **Controle das funções dos testículos** – As duas funções

espermatócitos de 1ª ordem, espermatócitos primários). A etapa (gametogênica e endócrina) dos testículos estão sob o controle

em que se dá o aumento do volume celular constitui a fase da glândula hipófise. Esse controle é feito pelos hormônios

de crescimento. Na fase de maturação, os espermatócitos I sofrem gonadotróficos, FSH e LH, produzidos e liberados pela

meiose. Ao término da primeira divisão meiótica (meiose I), adeno-hipófise. surgem os espermatócitos II (citos II, espermatócitos de 2ª ordem,

espermatócitos secundários), que, ao sofrerem a segunda Os túbulos seminíferos na região posterior do testículo

divisão da meiose (meiose II), dão origem às espermatídes. assumem uma trajetória mais retilínea e passam a ser

Na espermiogênese, as espermatídes passam por um chamados de túbulos retos, que, por sua vez, se reúnem

processo de diferenciação celular e se transformam em em uma rede de túbulos, a rede testicular, de onde partem

espermatozoides (gametas masculinos). Cada espermatíde de oito a quinze ductos eferentes que penetram na porção

origina um espermatozoide. cefálica (cabeça) do epidídimo.

44 Coleção Estudo

Sistema reprodutor

Epidídimos Pênis

Órgãos em forma de “C” que recobrem parte da superfície É o órgão copulador masculino. Contém grande parte

dos testículos. Cada epidídimo é constituído por um tubo da uretra e os corpos cavernosos. único, longo (4 a 6 metros), intensamente

enovelado A uretra abre-se no meio externo através de um orifício, sobre si mesmo, denominado canal ou ducto epididimário. o meato ou óstio externo da uretra, situado na glande (parte

A função do epidídimo é armazenar os espermatozoides mais volumosa e anterior do pênis, também conhecida por

provenientes do testículo. Os gametas masculinos completam cabeça do pênis). A glande está recoberta, em extensão

variável, por uma dupla camada de pele retrátil, o prepúcio.

a sua maturação nos epidídimos e aí ficam armazenados até

A fimose é uma condição em que ocorre um estreitamento o momento de serem liberados através da ejaculação.

em graus variáveis do prepúcio. Quando esse estreitamento

Canais deferentes é acentuado, a glande fica permanentemente recoberta,

o que dificulta os cuidados higiênicos e pode causar desconforto durante as relações sexuais. Nesse caso,

São canais que comunicam os epidídimos com a uretra a correção é facilmente feita através de intervenção cirúrgica

no interior da próstata. As porções intraprostáticas dos com anestesia local. canais deferentes desembocam na uretra e recebem

o nome de ductos ou canais ejaculadores (ejaculatórios).

Um pouco antes de penetrar na próstata, o canal deferente

Bexiga Be exig

dilata-se, formando uma região conhecida por ampola, onde também podem ficar armazenados alguns espermatozoides.

Antes de penetrarem na próstata, os canais deferentes Uretra recebem os ductos provenientes das vesículas seminais.



cavernoso

Vesículas seminais Corpo A



Corpo Canal deferente gi



em proteínas, vitamina C e frutose que
tem função nutritiva Glândulas
produtoras do líquido seminal, secreção
rica esponjoso Epidídimo OLO Prepúcio

Testículo para os espermatozoides. A frutose, presente em grande quantidade nessa secreção, é a principal fonte de energia Glande Bolsa escrotal para a movimentação dos flagelos dos espermatozoides.



C



Próstata



Glândula localizada abaixo da bexiga, responsável

pela produção do líquido prostático, secreção de aspecto



leitoso, rica em substâncias alcalinas e que tem como



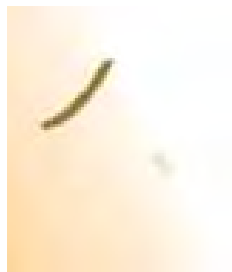
função neutralizar temporariamente a acidez das secreções A B



vaginais, permitindo, assim, uma maior viabilidade dos

espermatozoides nas vias genitais femininas. *Pênis em corte sagital e*

transversal – A. uretra; B. corpo



esponjoso da uretra; C. corpos cavernosos.

glândulas de Cowper No interior do pênis,
encontramos uma porção da uretra,



circundada por uma estrutura esponjosa, o corpo esponjoso



Também conhecidas como glândulas bulbouretrais, são



da uretra. Paralelamente a esse corpo, dispõem-se os corpos



estruturas do tamanho de um grão de ervilha, localizadas



cavernosos do pênis, também de natureza esponjosa e erétil.



abaixo da próstata. Produzem uma secreção de aspecto Por estímulos provenientes do sistema nervoso autônomo,

■

mucoso, viscosa, que facilita a relação sexual, devido ao os vasos sanguíneos que irrigam esses corpos intensificam



caráter lubrificante que apresenta. Por reflexo nervoso, essa o fluxo de sangue nessas estruturas, aumentando-as em



secreção é eliminada durante o estímulo sexual antes mesmo volume e tornado-as rijas, ocasionando, assim, a ereção



de se iniciar o coito, lubrificando o pênis. do pênis.



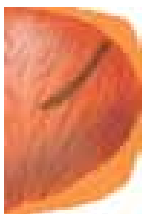
uretra A estimulação do pênis durante o ato sexual dá origem



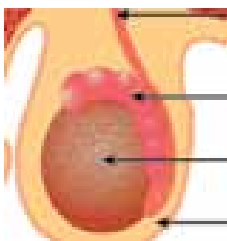
a reflexos que fazem contrair a camada de músculo liso



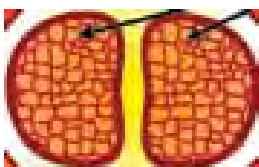
dos canais deferentes, lançando os espermatozoides



Canal que comunica a bexiga com o meio externo. Em no interior da uretra. Em seguida, a uretra se contrai e,



sua trajetória, passa pelo interior da próstata e do pênis. ao mesmo tempo, as vesículas seminais e a próstata também



Trata-se, portanto, de um órgão pertencente aos sistemas se contraem, lançando suas secreções na uretra. Essa série

urinário (excretor) e reprodutor. de contrações resulta na ejaculação.

Editora Bernoulli 45

Frente B Módulo 12

A ejaculação consiste na eliminação do sêmen ou esperma, A)
Função gametogênica dos ovários – Ocorre

constituído por espermatozoides, secreções das vesículas no interior dos folículos ovarianos e corresponde

seminais, secreção da próstata e secreções das glândulas à gametogênese feminina, processo conhecido por

bulbouretrais. O volume de sêmen eliminado em cada ovogênese (oogênese, ovulogênese), subdividido

ejaculação é em torno de 3 a 5 mL. Cada mL de sêmen, em três fases ou etapas: fase de proliferação, fase

por sua vez, possui, em média, cerca de 100 milhões de de crescimento e fase de maturação.

espermatozoides. Assim, cada ejaculação libera de 300 a

500 milhões de gametas masculinos. Ovogônia $2n$

Mitose

contrações espasmódicas de músculos; o conjunto dessas $2n$ $2n$ proliferação A ejaculação é acompanhada por sensações agradáveis e Oogônias Fase de

Mitoses

manifestações recebe o nome de orgasmo. A ejaculação,

portanto, é apenas parte do orgasmo masculino. Oogônias

$2n$ $2n$ $2n$ $2n$

Crescimento sem Fase de

SiSTEMA gENi TAL FEMiNiNO divisão
celular Ovócito I $2n$ crescimento

Meiose I

Glóbulo polar

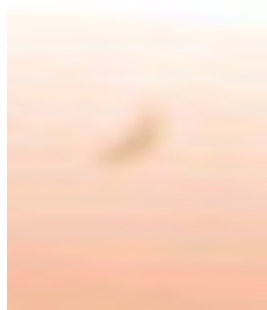
Compõe-se dos seguintes órgãos: ovários, tubas Ovócito II n n
uterinas (trompas de Falópio), útero, vagina e vulva Meiose II

Fase de

(genitália externa). maturação Óvulo n n n n



Glóbulos polares



uterina Tuba **Ovogênese** – Na fase de
proliferação (fase proliferativa, fase de
multiplicação, fase germinativa), as células
germinativas



Bexiga Colo uterino *primordiais, também chamadas de ovogônias ou oogônias,*

Vagina *sofrem sucessivas divisões mitóticas. Quando param de se*

dividir, as ovogônias aumentam de volume e passam a ser

Útero *chamadas de ovócitos I (ovócitos primários, ovócitos de*

■

1ª ordem). Esse período de tempo em que as ovogônias crescem

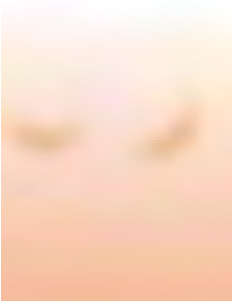
Ovário e dão origem aos ovócitos I constitui a fase de crescimento



Bexiga



Grande Tuba da ovogênese. Na fase de maturação, os ovócitos I sofrem Clitórís
Grande uterina Pequeno



lábio lábio lábio *meiose*. Ao término da divisão I da *meiose*, cada ovócito I



Vagina dá origem a duas células haploides: uma maior, denominada



ovócito II, e outra menor, conhecida por 1º glóbulo polar



(1º corpúsculo polar, 1º polócito). O ovócito II, sofrendo a



Ovários

divisão II da meiose, dá origem a uma célula maior, o óvulo,



e a uma célula menor, o 2º glóbulo polar (2º corpúsculo polar,



2º polócito). Já o 1º glóbulo polar, caso realize a divisão II da



Em número de 2, são as gônadas (glândulas sexuais) *meiose, origina o 3º e o 4º glóbulos polares.*

■

femininas. Têm forma de amêndoa, medindo até 5 cm Ao contrário da gametogênese masculina



em seu maior diâmetro. Localizam-se na parte inferior da (espermatogênese), que ocorre totalmente após



cavidade abdominal, um de cada lado do útero. o nascimento, a partir da puberdade, a gametogênese

■

No interior dos ovários, existem milhares de vesículas feminina (ovogênese) tem início já na vida intrauterina.



denominadas folículos ovarianos. As células que formam as



A fase de proliferação da ovogênese humana



paredes dessas vesículas são chamadas de células foliculares.

ocorre por volta do 4º mês de desenvolvimento.

No interior de cada folículo, há uma célula, o ovócito, que é

Por essa ocasião, nos ovários do feto, as ovogônias precursora do gameta feminino. O número total de folículos nos multiplicam-se por mitoses sucessivas. Esse período dois ovários da criança recém-nascida é estimado em 400 000.

de multiplicação termina por volta do quinto mês de Destes, a maioria sofrerá processo degenerativo (atresia gestação, quando se inicia a fase de crescimento folicular), desaparecendo, enquanto outros se desenvolvem, que dura até o 7º ou o 8º mês, com o aparecimento sofrendo um processo de maturação.

dos ovócitos I. Ainda na vida intrauterina, por volta

Os ovários desempenham duas funções: gametogênica do oitavo mês, tem início a fase de maturação, em que e endócrina (hormonal). todos os ovócitos I começam a divisão I da meiose.

46 Coleção Estudo

Sistema reprodutor

Entretanto, com o nascimento, essa divisão A progesterona é produzida pelo corpo lúteo (corpo

é interrompida no período diplóteno da prófase I. amarelo), que é o

folículo ovariano após a saída do

Assim, ao nascer, a menina tem, no interior de ovócito II, isto é, após a ovulação. Também participa

seus folículos ovarianos, ovócitos I com a meiose do controle do ciclo menstrual e atua no endométrio,

interrompida na prófase I. Essa interrupção da preparando-o para receber um possível embrião,

ovogênese permanecerá até a puberdade, quando,

caso tenha ocorrido a fecundação.

a cada mês, por estímulos hormonais, geralmente um

ovócito I reiniciará a meiose, completando a divisão I O controle das atividades ou funções dos ovários

e dando origem ao ovócito II e ao 1º glóbulo polar. é feito pelos hormônios gonadotróficos, FSH e LH,

Através da ovulação, essas células são liberadas do produzidos e liberados pela adeno-hipófise. Vejamos,

ovário e penetram na tuba uterina. Após a sua saída resumidamente, como é feito esse controle que se

do ovário, o ovócito II, agora no interior da tuba encontra esquematizado na figura a seguir: uterina, inicia a divisão II da meiose, sendo viável

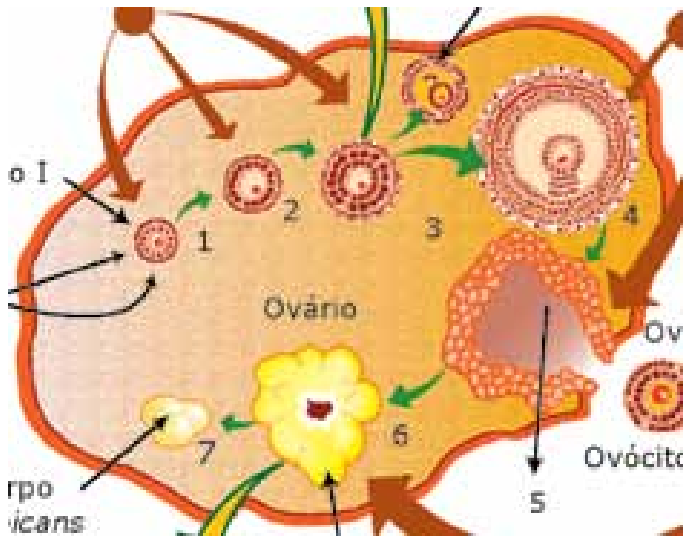
por cerca de 24 horas. Se nesse intervalo de tempo Adeno-hipófise o mesmo não for penetrado por um espermatozoide,

ele entra em degeneração por autólise. Por outro

lado, se for penetrado por um espermatozoide, FSH LH

o ovócito II completa a divisão II da meiose, dando

origem ao óvulo e ao 2º glóbulo polar. Nesse caso, Estrógeno Folículo ocorre a anfimixia ou cariogamia, isto é, o núcleo atresico do espermatozoide junta-se ao núcleo do óvulo,



e a célula, agora com um núcleo $2n$, passa a ser chamada de célula-ovo ou zigoto. Caso o 1º glóbulo

o 3º e o 4º glóbulos polares. Os glóbulos polares 2 4 3 A polar realize a divisão II da meiose, originará Ovócito I

são células que sofrem degeneração. Assim, temos 1 gi

mais uma diferença entre a gametogênese masculina Ovário foliculares Células e a feminina. Enquanto na espermatogênese formam-se Ovulação

OLO

4 gametas por espermatócito I, na ovogênese, temos Bi

a formação de apenas um gameta para cada ovócito I. 6 7

Ovócito II

Conforme vimos, durante a ovogênese, os ovócitos I Corpo 5 albicans passam por um período de interrupção da meiose.

Essa interrupção recebe o nome de período dictiótено. Corpo Progesterona lúteo maduro Assim, por exemplo, se uma mulher ficar grávida

aos 20 anos de idade, o ovócito I, que deu origem *1. Folículo ovariano primário; 2 e 3. Folículo ovariano em*

ao óvulo que foi fecundado, teve um período *desenvolvimento; 4. Folículo ovariano maduro (Folículo de dictiótено de cerca de 20 anos; se uma mulher teve Graaf); 5. Ovulação; 6. Corpo lúteo (corpo amarelo); 7. Corpo* o seu último ciclo ovulatório ou última ovulação

albicans (corpo branco).

aos 50 anos de idade, o seu último ovócito I

terá tido um período dictiótено de cerca de 50 anos. Conforme vimos, ao nascer, a mulher já possui em

Acredita-se que, quanto mais longo for o período seus ovários os folículos ovarianos, cada um contendo um

dictiótено, maior é a probabilidade de não ocorrer ovócito I com a meiose interrompida na prófase I. Esses

a separação ou disjunção correta dos cromossomos, folículos são chamados de folículos ovarianos primários.

quando a meiose for reiniciada. Isso poderia explicar

A partir da puberdade (por volta dos 12 anos de idade),

a maior frequência de anomalias cromossômicas

a hipófise começa a produzir e liberar o FSH, que, então,

(síndrome de Down, por exemplo) em recém-nascidos

de mulheres com mais de 40 anos de idade. vai atuar em um folículo ovariano primário, estimulando o

seu desenvolvimento. Durante o desenvolvimento desse

B) Função endócrina (hormonal) – É a produção dos

folículo, que dura em média 14 dias, ocorre aumento de hormônios sexuais femininos, estrogênio e progesterona.

volume e multiplicação das células foliculares, que, sob O estrogênio (estrogênio, estradiol), produzido estímulo do FSH, passam a produzir o estrogênio. Ainda pelas células foliculares, além de ser responsável

sob estímulo do FSH, o ovócito I, contido no interior do pelas características sexuais secundárias femininas

folículo ovariano, reinicia a meiose, completando a divisão I. (desenvolvimento de pelos na região pubiana,

desenvolvimento das mamas, desenvolvimento dos Durante esse desenvolvimento, o ovócito I também

órgãos sexuais, etc.), também participa do controle aumenta de volume e em sua volta surge uma camada

do ciclo menstrual, estimulando a reconstituição do protetora de glicoproteínas, denominada zona pelúcida.

endométrio (revestimento interno do útero) após A origem dessa zona pelúcida é discutida. Ela seria formada

a menstruação. pelo ovócito, ou pelas células foliculares, ou por ambos.

Editora Bernoulli 47

Frente B Módulo 12

Com o término da divisão I da meiose, surgem no interior Deixando de receber o LH, o corpo amarelo começa a sofrer

do folículo o ovócito II e o 1º glóbulo polar. Esse folículo, degeneração

e, à medida que suas células vão morrendo,

agora contendo o ovócito II, é denominado folículo ovariano diminuído a produção de progesterona e estrógeno. Vejamos,

maduro (folículo ovariano secundário, folículo de Graaf). então, o que acontece no ovário e no útero, considerando

as duas possibilidades que podem ocorrer com o ovócito II

Como foi abordado, durante o desenvolvimento do folículo

após a ovulação, isto é, ou ele não é penetrado por um ovariano, também ocorre a síntese de estrógeno. Assim,

espermatozoide ou ele é penetrado por um espermatozoide. com o decorrer dos dias em que esse desenvolvimento

se processa, a taxa desse hormônio vai aumentando na • **Não há a penetração do espermatozoide no**

circulação da mulher. Ao atingir taxas elevadas no organismo **ovócito II** – Cerca de 6 a 7 dias após a ovulação,

feminino, o estrógeno reduz a liberação do FSH pela hipófise a elevação da taxa de progesterona inibe a hipófise

e estimula uma maior liberação do LH. de continuar a liberar o LH. O corpo lúteo, deixando

O LH atuará completando a maturação do folículo ovariano e, de receber esse hormônio, entra em processo

em seguida, promove a sua ruptura, o que permitirá, então, de degeneração e morre. As células do corpo

a liberação do ovócito II. A esse fenômeno dá-se o nome lúteo menstrual sofrem degeneração por autólise,

de ovulação. O LH, portanto, é o hormônio que promove a sendo os seus restos celulares fagocitados por

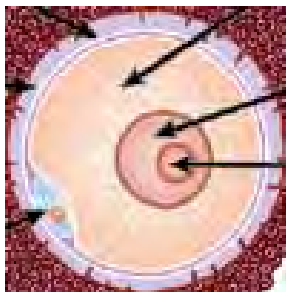
ovulação. Veja que, na espécie humana, quando ocorre a macrófagos. Assim, cerca de 14 dias após a ovulação,

ovulação, há liberação do ovócito II, e não do óvulo. as células do corpo amarelo já estarão todas

degeneradas, restando na superfície do ovário

Membrana Citoplasma uma cicatriz, denominada corpo *albicans* (corpo

plasmática branco). Evidentemente, por essa ocasião, a taxa de



Zona pelúcida progesterona e a de estrógeno no organismo feminino
Núcleo estarão baixas. A baixa taxa de progesterona

promove a descamação do endométrio, com

Nucléolo

consequente hemorragia chamada menstruação,

enquanto a baixa taxa de estrógeno estimula

polar a hipófise a voltar a liberar o FSH, que, então, atuará
Glóbulo

Corona radiata

em um outro folículo ovariano primário, estimulando

o seu desenvolvimento, recomeçando tudo de novo.

Ovócito II – O ovócito II, revestido pela membrana plasmática

e pela zona pelúcida, é liberado junto com o 1º glóbulo polar • **Ocorre a penetração do espermatozoide no**

e com algumas células foliculares que se dispõem ao seu redor, ovócito II – Nesse caso, haverá a formação da

formando a corona radiata. É aí que existe o ácido hialurônico, célula-ovo, que, então, começará a ser levada

substância que, à maneira de uma cola, mantém a união entre através da tuba uterina para o útero. Cerca de 4 a 5

as células da corona radiata. dias depois, ocorre a nidação, isto é, a implantação

do embrião no endométrio. Logo após a nidação,

Após a ovulação, as células do folículo de Graaf

tem início a formação da placenta, com o aparecimento que permaneceram no ovário passam a produzir

das vilosidades coriônicas. Essas vilosidades luteína (um pigmento amarelo de natureza lipídica),

produzem um hormônio, conhecido por HCG, transformando-se, assim, no chamado corpo lúteo ou corpo

(gonadotrofina coriônica) que irá atuar no ovário, amarelo. Não ocorrendo fecundação e, conseqüentemente,

impedindo a degeneração do corpo lúteo. Assim, a gravidez, o corpo lúteo é dito corpo lúteo menstrual.

o HCG “substitui” fisiologicamente o LH, mantendo Havendo fecundação e, conseqüentemente, gravidez, ele

o corpo lúteo íntegro e, conseqüentemente, é dito corpo lúteo gravídico. Podemos dizer que o corpo

mantendo a produção de progesterona, o que lúteo é o que restou do folículo de Graaf após a liberação

impede a descamação do endométrio e a ocorrência do ovócito II. Sob estímulo do LH, as células do corpo da menstruação. Esse corpo lúteo é dito corpo lúteo lúteo passam a produzir progesterona e também pequena gravídico. O corpo lúteo gravídico é maior e sua quantidade de estrógeno.

diâmetro atinge cerca de 5 cm. Permanece com essa

A progesterona age no útero, mantendo a integridade da dimensão até o 4º, 5º ou 6º mês da gravidez, quando

endométrio, preparando-o para receber o ovo, caso o ovócito II comece a sofrer uma regressão por autólise, mas não

liberado tenha sido fecundado. Entretanto, cerca de 6 a 7 dias desaparece totalmente, permanecendo no ovário,

após a ovulação, a taxa de progesterona está alta no organismo secretando progesterona, até o fim da gestação.

feminino e isso inibe a hipófise de continuar a liberar o LH. Seu desaparecimento total ocorre após o parto.

48 Coleção Estudo

Sistema reprodutor

O corpo lúteo gravídico também secreta relaxina, hormônio polipeptídico que amolece o tecido conjuntivo da sínfise púbica, das outras articulações pélvicas e do colo uterino, facilitando o parto.

O primeiro indício da gravidez, portanto, é a

suspensão da menstruação. A gonadotrofina coriônica Local da (HCG) começa a ser detectada no sangue e na urina fecundação Ovário da mulher cerca de uma semana após ter ocorrido Ovócito II a nidação. Esse fato constitui-se, portanto, num teste Corpo do útero clínico de gravidez.

O HCG é produzido, aproximadamente, até o quarto Colo do útero mês do período de gestação, quando, então, para

Liberação de espermatozoide



de ser fabricado. Com a paralisação da produção



Vagina



do HCG, o corpo lúteo entra em degeneração e,



assim, a taxa de progesterona deveria diminuir. Pênis Entretanto, por essa mesma ocasião, a placenta,



estando mais desenvolvida, passa a produzir ***Migração dos espermatozoides nas vias genitais femininas***



progesterona, mantendo a taxa desse hormônio



Os espermatozoides que conseguem chegar até as



elevada até o final da gestação. entradas das tubas uterinas penetram nesses órgãos



Tubas uterinas (trompas de e começam a subida pelo seu interior. Uma vez no

interior das tubas, os gametas masculinos terão A



Falópio, ovidutos) de vencer o peristaltismo e o movimento ciliar que gi

existem nesses ovidutos. O movimento peristáltico



de comprimento, que fazem a comunicação dos ovários São canais musculares e flexíveis, com cerca de 12 cm tubário é decorrente das contrações da musculatura OLO lisa das paredes do órgão e se realiza no sentido dos Bi com o útero. Nas suas extremidades, próximas aos ovários, ovários para o útero. O movimento ciliar do epitélio

■
possuem franjas móveis (fímbrias) que sugam o ovócito II, que reveste internamente as tubas uterinas também



logo que ele é liberado do ovário através da ovulação. é feito no sentido do ovário para o útero. Desse

■
É o órgão onde normalmente ocorrem os fenômenos da modo, os espermatozoides terão de “nadar contra



fecundação e da segmentação. a correnteza” e, assim, muitos não conseguem

■
vencer mais esse obstáculo. Assim, um grupo muito

■
A) Fecundação – Consiste na união do espermatozoide

■
pequeno de espermatozoides consegue chegar até

■
com o “óvulo”. Resumidamente, acontece da seguinte



o ovócito II, no qual encontrarão mais um obstáculo:

■
maneira: os espermatozoides, em grande número, a *corona radiata* que envolve o ovócito II. são liberados na cavidade vaginal, cujo meio é ácido.



Será necessário abrir caminho entre as células

Apesar de existirem no sêmen substâncias alcalinas

da *corona radiata* que se mantêm unidas por um

(secreções prostáticas) para neutralizar essa acidez,

material contendo o ácido hialurônico. Para tal,

muitos espermatozoides morrem ainda na vagina

os espermatozoides liberam dos seus acrossomos

em consequência da acidez do meio. As secreções

a enzima hialuronidase, que desfaz o ácido

prostáticas, portanto, não garantem a sobrevivência hialurônico
existente entre as células dessa camada,

de todos os milhões de espermatozoides liberados na deixando a
superfície do ovócito II mais exposta.

cavidade vaginal. Os espermatozoides que sobrevivem Nesse
momento, o espermatozoide que se encontra

a essa primeira barreira chegam ao colo do útero, mais próximo da superfície do ovócito II adere

onde existe uma secreção viscosa (o muco cervical) a ela e, imediatamente, inicia a penetração mediante

que retém aí um grande número de espermatozoides. movimentos rotatórios à maneira de um saca-rolhas.

Os espermatozoides que vencem essa segunda

Após essa penetração, o núcleo haploide (n)



barreira deslocam-se pela mucosa franjada do útero do espermatozoí de passa a ser chamado



(endométrio), o que torna o caminho até as entradas de pronúcleo masculino. Com essa penetração,



das tubas uterinas muito mais longo e, por isso, um o ovócito II sofre a segunda divisão da meiose,



grande número de espermatozoides acaba morrendo originando o óvulo, cujo núcleo, também



durante essa “caminhada”. haploide, é denominado de pronúcleo feminino.



Editora Bernoulli 49





Frente B Módulo 12

Assim, na espécie humana, há um breve momento de **B)**
Segmentação (clivagem) – É a primeira etapa

óvulo que só se forma se o ovócito II for penetrado do nosso

desenvolvimento embrionário. Consiste em

por um espermatozoide. Em seguida, ocorre a sucessivas divisões mitóticas (mitoses) realizadas

anfimixia ou cariogamia, que consiste na união dos a partir da célula-ovo (zigoto), que culminam

pronúcleos masculino e feminino, formando um com a formação de uma estrutura embrionária

núcleo diploide ($2n$). Com a formação desse núcleo denominada blástula.

diploide, a célula passa a ser chamada de célula-ovo A segmentação na espécie humana dura de 4 a 6 dias.

ou zigoto. Assim, por volta do 4º, 5º ou 6º dia, após a ocorrência

Primeiro glóbulo polar da fecundação, a blástula já estará no útero, onde

deverá se implantar no endométrio (nidação) e dar

Segundo glóbulo continuidade ao seu desenvolvimento. Assim, todo

polar

o restante do desenvolvimento embrionário

ocorrerá
no
útero.



Útero



Ovócito II É um órgão cavitário com parede predominantemente



muscular. Em estado não gravídico, possui cerca de

7,5 cm de comprimento e 5 cm de largura. A porção



muscular da parede uterina é denominada miométrio



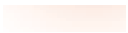
e o revestimento da sua cavidade é uma mucosa

conhecida por
endométrio.



Endométrio Endométrio Tuba uterina

Começa a primeira Anfimixia A



mitose do zigoto



Fecundação na espécie humana

Normalmente, na espécie humana ocorre



a monospermia. Excepcionalmente, podem entrar

dois ou mais espermatozoides ao mesmo tempo. Fímbrias
Fímbrias Ovário Nesse caso, teremos uma polispermia que
geralmente

não leva a nada, pois somente o núcleo de um deles Miométrio



vai fundir-se com o núcleo do óvulo. Os demais Cavity do útero Colo do útero degeneram-se e são eliminados. Durante um



processo anormal, conhecido por dispermia, dois Vagina



espermatozoides podem participar da fertilização,



o que resulta em um conjunto extra de cromossomos. *Útero* – A parte superior do útero, isto é, a porção do útero



Os embriões triploides (69 cromossomos), assim situada acima dos pontos onde desembocam as tubas uterinas,



formados, quase sempre abortam. Fetus que é denominada fundo do útero. A parte inferior que se abre na



abortaram com triploidia (3n) apresentaram um *vagina é o colo ou* *cérvix. A porção compreendida entre o fundo*



retardo do crescimento intrauterino grave, com um *e o colo* *constitui o chamado corpo do útero.*



tronco desproporcionalmente pequeno e muitas O endométrio é formado por um epitélio simples cilíndrico



outras anomalias. Segundo a literatura, já ocorreram com células ciliadas apoiadas numa lâmina própria (tecido



nascimentos de algumas crianças triploides, conjuntivo propriamente dito). Durante o chamado ciclo



mas todas morreram logo após o nascimento. menstrual, o endométrio sofre uma série de modificações



Uma vez ocorrida a fecundação com a consequente estruturais decorrentes da ação de certos hormônios



formação da célula-ovo (zigoto), essa célula liberados pelos ovários. é “empurrada” para o útero por meio do peristaltismo É no útero, mais precisamente no endométrio, que



tubário e dos movimentos ciliares do epitélio que normalmente ocorre o fenômeno da nidação.



reveste internamente a tuba uterina. Enquanto A nidação

consiste na fixação ou implantação da blástula



desce pela tuba em direção ao útero, o zigoto realiza no endométrio. Essa blástula também pode ser chamada



a segmentação ou clivagem. de blastocisto.



50 Coleção Estudo



■



■



■



■



■

■

■

■



■

■



■



■



I





■

■

■

■

■



■

■

■

■

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

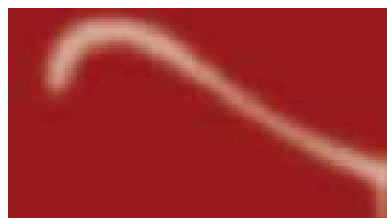
100

100

100

100

100



100

■

■

■

■

■

■

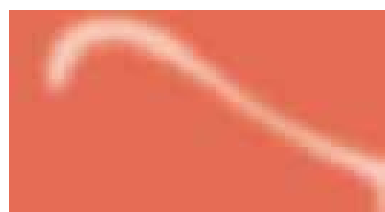
■

■

■

■

■



■

■

■

■

■

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

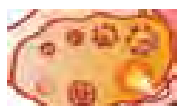
15

16

17

18





Sistema reprodutor

A partir da nidação, todo o resto do desenvolvimento *Genitália externa* – O monte púbico (monte de vênus) é uma

embrionário humano ocorrerá no útero, até o nascimento *elevação constituída principalmente por tecido adiposo que,*

do novo indivíduo. À medida que o embrião vai se *após a puberdade, apresenta-se coberta por pelos espessos.*

desenvolvendo e crescendo, o útero, graças a sua grande *Os grandes lábios são duas pregas (dobras) da pele, contendo*

grande quantidade de tecido adiposo. Após a puberdade, a face

capacidade de distensão, também vai aumentado de volume.

externa dos grandes lábios também apresenta-se coberta por

pelos grossos. Já os pequenos lábios são dobras da mucosa

Vagina *vaginal que ficam escondidas pelos grandes lábios. O vestibulo da vagina é o espaço existente entre os pequenos lábios. Nele,*

É um canal com cerca de 10 a 15 cm de comprimento localizam-se o óstio (abertura) externo da uretra, o óstio da

que faz a comunicação entre o útero e o meio externo. vagina e os orifícios dos ductos das glândulas vestibulares.

Seu revestimento interno, constituído por um epitélio As glândulas vestibulares produzem secreções nos momentos

estratificado pavimentoso, sob estímulo do estrógeno, preparatórios e durante o coito, tornando as estruturas úmidas

sintetiza e acumula grande quantidade de glicogênio. e facilitando a relação sexual. As duas maiores glândulas

Quando essas células descamam, o glicogênio é lançado vestibulares são as glândulas de Bartholin, localizadas uma de

cada lado do vestibulo. Além destas, existem numerosas outras

na luz (cavidade) da vagina, onde será metabolizado por

glândulas vestibulares menores. O clitóris é uma estrutura

bactérias da flora vaginal normal, em especial os bacilos

rudimentar homóloga ao pênis. A glândula do clitóris é visível

de Döderlein, produzindo o ácido láctico. O ácido láctico no local onde se fundem anteriormente os pequenos lábios.

é responsável pelo meio ácido normalmente observado É uma estrutura extremamente sensível, que entra em ereção

na vagina. Essa acidez confere certa proteção contra por mecanismo semelhante à ereção do pênis, e está ligada à

micro-organismos patogênicos, embora também seja excitabilidade sexual feminina.

desfavorável aos espermatozoides. A

Nas mulheres virgens, a entrada da vagina é parcialmente gí

MÉTODOS ANTICONCEPCIONAIS

obstruída por uma membrana perfurada (geralmente uma Ou

CONTRACEPTIVOS

LO perfuração central de diâmetro variável), delicada e pouco

vascularizada, denominada hímen. O hímen é rompido, Bi

geralmente, durante a primeira relação sexual. Os métodos anticoncepcionais permitem que o ato sexual

seja dissociado de sua consequência natural, a concepção.

Além de ser o órgão copulador feminino, a vagina também

A finalidade de todos os métodos é, portanto, evitar a gravidez.

dá passagem ao feto por ocasião do parto e, mensalmente,

aos produtos da menstruação. Métodos químicos

Vulva (genitália externa)

Utilizam-se de substâncias químicas com finalidade de destruir ou dificultar a sobrevivência dos espermatozoides,

Compreende as seguintes estruturas: monte púbico, ou substâncias que impedem a ovulação. Entre eles,

grandes lábios, pequenos lábios, vestíbulo da vagina e clitóris.

destacamos:

A) Substâncias espermicidas (espermaticidas) –

São cremes, geleias, etc. que matam os espermatozoides.

São substâncias ácidas que devem ser aplicadas no

interior da vagina antes do ato sexual. São pouco

eficazes se usados isoladamente. O ideal é que sejam

Monte púbico utilizados em associação com outros métodos, como

Clitóris o diafragma vaginal.

Grande lábio

Óstio da uretra Pequeno lábio **B) Substâncias hormonais –** São hormônios sintéticos

que, se administrados corretamente em dosagens

Óstio da vagina

certas, têm normalmente a finalidade de evitar

a ovulação. Entre eles, a pílula anticoncepcional é,

Ânus sem sombra de dúvida, o mais amplamente

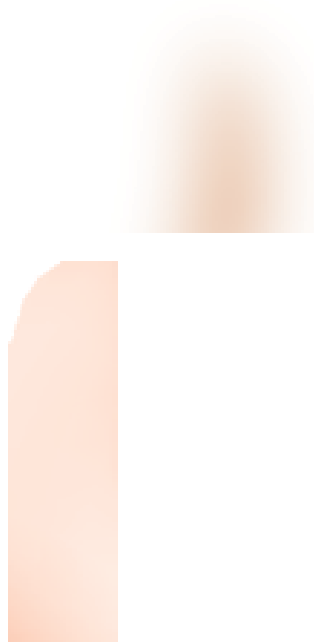
utilizado. As pílulas anticoncepcionais tradicionais

são comprimidos que contêm hormônios sexuais

femininos (estrógeno e progesterona) sintéticos,

semelhantes aos produzidos pelos ovários.







■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■





1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

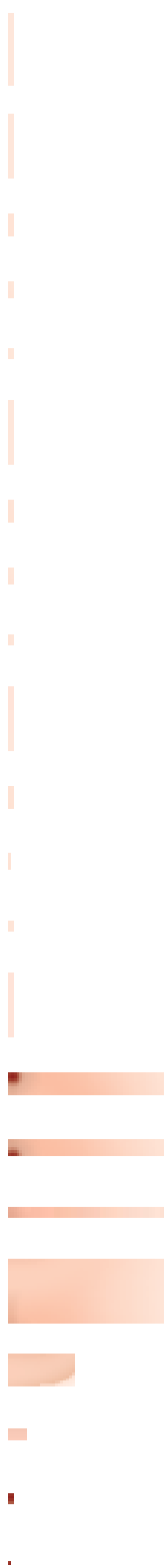
22

23

24

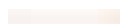
25





■

■







1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22





-



.

|

|

|

|

|

|

|

|

|

|

|

|

|

|



Frente B Módulo 12

O uso diário desses
comprimidos mantém as
Métodos mecânicos taxas de estrógeno e
progesterona sempre

elevadas no organismo feminino. As taxas elevadas São

dispositivos que impedem a fecundação ou a nidação.

Entre eles,
temos:

desses hormônios inibem a hipófise de secretar

as gonadotrofinas FSH e LH. Não havendo a liberação **A)**
Camisinhas (condoms, camisas de vênus,

de FSH e LH, não há o desenvolvimento dos **preservativos**) – É
um revestimento de látex

folículos ovarianos e, conseqüentemente, não haverá (borracha
fina) que deve ser colocado no pênis ereto,

antes da penetração na vagina. Assim, o esperma
a ovulação. A pílula, portanto, é um anovulatório.

ejaculado fica dentro da camisinha, impedindo que os

No primeiro mês de uso da pílula, é aconselhável usar
espermatozoides entrem nas vias genitais femininas.

também outro método, como a “camisinha”. Isso porque, Ao
colocar a camisinha, é preciso deixar um espaço

às vezes, ainda ocorre ovulação nesse primeiro mês. livre no
fundo para que o esperma se deposite ali.

O preservativo deve ser retirado ao término da

Se usada corretamente, a pílula oferece uma relação sexual,
com o pênis ainda ereto.

margem de segurança em torno de 99%. Existem Sendo de boa
qualidade e usada corretamente,

diversos tipos de pílulas, com diferentes dosagens a camisinha
oferece alta margem de segurança.

de hormônios. Cabe ao médico determinar qual Como impede o
contato direto entre o pênis e a

o tipo de pílula adequado ao organismo de cada mucosa
vaginal, a camisinha também serve como

paciente. Assim, antes de iniciar o uso da pílula, profilaxia de doenças sexualmente transmissíveis

é imprescindível buscar orientação médica. (Aids, gonorreia, sífilis, etc.).

B) Camisinha feminina – É uma pequena bolsa de

É bom ressaltar que algumas mulheres não plástico fino e macio, que é colocada dentro da vagina

se adaptam a esse método devido aos efeitos antes de cada relação e retirada depois. Atua como

colaterais observados (enjoo, dores de cabeça, uma barreira, impedindo que os espermatozoides

nervosismo, retenção de líquidos, hipertensão, entrem no útero. Permite que a mulher também possa

se prevenir das doenças sexualmente transmissíveis, aumento de peso, etc.). Às vezes, tais efeitos

sem depender do seu parceiro.

podem trazer consequências extremamente graves.

Mulheres que já possuem problemas circulatórios, C)

Diafragma – É um disco de borracha flexível

que deve ser colocado na parte mais profunda da por exemplo, não devem fazer uso da pílula, pois isso

vagina, de modo a tampar a entrada do colo do aumenta a probabilidade de ocorrência de distúrbios útero, impedindo, dessa maneira, a passagem dos

cardiovasculares, como as trombozes e enfartes. espermatozoides para o útero e daí para as trompas,

Está também comprovado que o fumo aumenta onde normalmente ocorre a fecundação.

os riscos da pílula causar distúrbios cardiovasculares. A

colocação do diafragma não é muito simples, é preciso

um pouco de treino. Deve-se consultar um médico,

Existem também implantes subcutâneos, que são

que indicará o tamanho adequado de diafragma

pequenos bastões, contendo hormônio, colocados sob adaptado para cada mulher e que a ensinará a usá-lo.

a pele do braço, que liberam esta substância durante Para aumentar a sua eficiência, aconselha-se

um período de 3 a 5 anos. lubrificar as bordas do diafragma com geleia ou

pomada espermicida.

A chamada pílula do dia seguinte, que consiste

Deve ser colocado antes da relação sexual e retirado

na administração de doses relativamente grandes cerca de oito horas depois. de estrógenos por meio de uma ou duas pílulas,

Anel de metal

começando pouco depois de uma relação sexual não flexível revestido



protegida, geralmente não impede a fertilização, de borracha



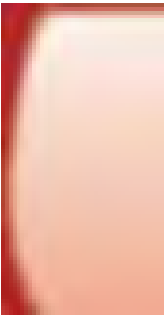
Útero



mas, com frequência, impede a nidação. A grande



quantidade de estrógeno altera o equilíbrio Reto



normal entre estrógeno e progesterona necessário Bexiga à
preparação do endométrio para a implantação



do blastocisto. A administração pós-concepção



Diafragma



de hormônio para impedir a implantação do



blastocisto é, algumas vezes, usada em casos Vagina Fina
cúpula de agressão sexual ou falha de outro método de
borracha



contraceptivo. *Posição do diafragma no aparelho feminino*



■



■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



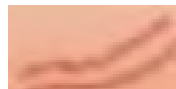
■



■



■





Sistema reprodutor

Por não prejudicar a saúde e não alterar a mecânica Métodos cirúrgicos da cópula, o diafragma vem sendo recomendado

por muitos médicos, em substituição à pílula São os que oferecem maiores margens de segurança

(próximas a 100%). Entre eles temos:

anticoncepcional. Sua eficiência, porém, é um pouco

menor que a da pílula. **A) Vasectomia (deferentectomia)** – Consiste na

secção dos canais deferentes, impedindo assim que

D) DIU (Dispositivo Intrauterino) – É uma peça de os espermatozoides cheguem à uretra. Trata-se de

plástico ou de cobre que é colocada pelo médico de um procedimento relativamente simples; num mesmo

maneira especial dentro do útero, de tal forma que dia, o homem pode ser operado e voltar para casa,

retomando suas atividades normais. Ao contrário do

fique bem ajustado ao endométrio.

que muitos ainda pensam, essa cirurgia não modifica

O DIU de plástico não impede a fecundação, mas o comportamento sexual do homem: o homem

funciona como um corpo estranho que provoca uma vasectomizado continua tendo ereção e ejacula

pequena irritação ou inflamação no útero e acelera normalmente, com a diferença de que seu esperma

(sêmen) não contém espermatozoides, sendo

suas contrações, impedido a nidação. Neste caso,

constituído apenas pelas secreções das glândulas

funciona como um abortivo. Já o DIU de cobre possui

(vesículas seminais, próstata, bulbouretrais).

um fino fio desse metal revestindo sua haste e libera

Sutura

sais de cobre que matam os espermatozoides assim

que eles penetram no útero. Sendo sua primeira ação Canal

espermicida, impedindo a fecundação, esse tipo de deferente

DIU não seria primariamente abortivo e, por isso,

sua fabricação, venda e uso são considerados legais A

no Brasil. Entretanto, ainda é discutida a ação desse gi

Incisão

tipo de DIU na contracepção. OLO

Vasectomia – A vasectomia é na realidade um método de

esterilização masculina. Atualmente, existem técnicas que, em Bi

determinadas situações, conseguem, com sucesso, realizar a

reinversão desse processo cirúrgico.



DIU **B) Laqueadura (ligação, ligadura) das tubas** –

Técnica de esterilização feminina que consiste

numa cirurgia em que as tubas uterinas (trompas

Tubo plástico em forma de alça com um fio inabsorvível ou, então, para
inserção Útero de Falópio) podem ser simplesmente amarradas

do dispositivo Colo seccionadas na porção superior do ponto amarrado, do útero de modo a separar em cotos. Esse procedimento

impede que os espermatozoides alcancem o ovócito II,

Fio evitando a fecundação.

Vagina

A colocação do DIU é feita pelo médico por meio de um

tubo plástico, através do qual o dispositivo é injetado

no fundo do útero, onde pode ficar vários anos. Essa

retirado puxando-se os fios que estão ligados à sua base. Tuba separada amarrada em alça operação é rápida e indolor, e o dispositivo pode ser Tuba Tuba

em cotos

Além de não interferir nas relações sexuais, o DIU *Laqueadura das tubas* –
Com grau de eficiência de quase



é um método bastante seguro, desde que haja um *100%*, a *laqueadura* é
considerada um anticonceptivo definitivo,

,

acompanhamento médico periódico, atingindo uma *uma vez que é difícil de*
ser revertida com sucesso, embora,



eficácia em torno de 98%. Mas ele apresenta algumas *do mesmo modo que*
a vasectomia, novas técnicas tenham



desvantagens, como não ser tolerado por muitas *aumentado as possibilidades*
de fazer a reinversão do processo.



mulheres (é expelido pelo organismo), provocar

mulheres que já tiveram filhos e que se acham seguras de que

cólicas durante os primeiros dias de uso e aumentar *não querem outros,*
além de não desejarem usar outras medidas

a perda de sangue menstrual. *anticonceptivas.*

Editora Bernoulli 53







Frente B Módulo 12

Métodos naturais B) Método do coito interrompido

– Considerado um método natural, consiste em retirar o pênis da vagina

A) Método do calendário ou do ritmo (“Tabelinhas”) – antes da ejaculação.

É um método natural, pois não utiliza nenhum

material ou substância química. Consiste em não Não é um método seguro. Às vezes, saem pequenas

ter relações sexuais durante o chamado período gotas de esperma antes da ejaculação. Como uma

fértil do ciclo menstrual. Esse período fértil engloba pequena

gota tem milhões de espermatozoides,

a data da provável ovulação, os três dias antes e os a mulher poderá ficar grávida. Além disso,

três dias depois dessa data (alguns autores ampliam dificilmente os homens têm controle suficiente sobre

esse período e mandam considerar quatro dias antes o seu próprio corpo para interromper a relação no

e quatro dias depois da provável data da ovulação).

momento
exato.

Para determinar a data da provável ovulação, primeiro

a mulher precisa saber qual o tempo de duração do Também não é um método satisfatório, pois pode

seu ciclo menstrual e se o mesmo é regular (28 em causar uma diminuição do prazer sexual do casal.

28 dias, 30 em 30 dias, etc.). A data da provável

ovulação será quatorze dias
antes do início da EXERCÍCIOS
DE FiXAÇÃO menstruação. Veja o exemplo a seguir:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

01. (PUC Minas) Sobre o sistema reprodutor masculino,

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

afirma-se
que

21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

A) a formação dos espermatozoides ocorre continuamente

3 no epidídimo, após a puberdade. 1º dia da menstruação

16 Provável ovulação B) a posição dos testículos na bolsa escrotal é importante

12 a 20 Período fértil para a espermatogênese, pois permite a manutenção
de uma temperatura ideal para o processo.

Ciclo = 28 dias

C) a vasectomia, quando efetuada, é feita a nível

É preciso muito cuidado: o método da tabelinha falha testicular.
com muita frequência, não funcionando em mulheres

D) o sêmen é constituído apenas de espermatozoides
com ciclo irregular. E mesmo quando o ciclo é bem

e
muco.

regular, pode ocorrer uma irregularidade passageira.

Por isso, não é um método adequado para quem quer E) os
testículos possuem também função hormonal

evitar com sucesso uma gravidez. devido à produção de ICSH.

Para aumentar a eficácia ou segurança do método

da tabelinha, é aconselhável associá-lo ao
controle **02.** (UFMG) Com relação à espermatogênese humana,

da temperatura basal. Sabe-se que a temperatura é **ERRADO**
afirmar que corporal (basal) aumenta de 0,2 a 0,5 °C logo após

A) o espermatócito I, célula diploide, entra em divisão
a ovulação, permanecendo elevada até a menstruação

meiótica, originando o espermatócito II, célula
seguinte. Assim, se a temperatura for medida todos os

dias, de preferência pela manhã, antes de se levantar,

pode-se detectar a elevação da temperatura média B) o hormônio luteinizante (LH) atua sobre as células

do corpo e, assim, determinar com maior margem intersticiais dos testículos (células de Leydig), inibindo

de segurança o dia em que a ovulação ocorreu. a produção de andrógenos. Os dias férteis terminam quando a temperatura subiu

C) a espermiogênese consiste numa série de e permaneceu alta por três dias.

modificações pelas quais passam as espermatídes

O método da tabelinha é o único aprovado pela até se transformarem em espermatozoides. Igreja Católica. Não exige controle médico e não

D) a desnutrição, o alcoolismo, a ação de drogas, entre tem consequência para a saúde física, mas tem

outros fatores, afetam a espermatogênese.

a desvantagem de ser o menos seguro de todos.

Além disso, requer abstinência das relações E) na criptorquidia (não descida dos testículos) ocorre a

sexuais durante um certo período, prejudicando inibição da espermatogênese devido à temperatura

a espontaneidade da vida sexual do casal. mais elevada da cavidade abdominal.

03. (PUC Minas) Em relação ao sistema reprodutor feminino, Quais são, respectivamente, os hormônios A e B?

a afirmativa **VERDADEIRA** é: A) Luteinizante e folículo estimulante.

A) O clitóris é um órgão atrofiado, sem função na mulher. B) Folículo estimulante e luteinizante.

B) O crescimento das mamas, na puberdade, C) Luteinizante e progesterona.

é denominado caráter sexual primário. D) Progesterona e estrógeno.

C) O processo menstrual deve-se a baixas taxas E) Estrógeno e progesterona.

hormonais de gonadotrofinas coriônicas.

D) O pH vaginal, sendo alcalino, facilita a locomoção dos

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

espermatozoides.

E) São liberados estrógeno e progesterona pelos **01.** (U E G - G O - 2 0 0 6) O
p r o c e s s o d e f o r m a ç ã o d e

ovários em níveis alternados, levando a modificações

do endométrio. espermatozoides, conhecido como espermatogênese,

ocorre em quatro períodos: germinativo, de crescimento,

04. de maturação e de diferenciação. (UFU-MG) A ilustração a seguir representa
parte

do sistema reprodutor feminino e as etapas iniciais Sabendo-se que o
espermátócito I é encontrado no

da gestação. período de crescimento e que a espermátide é encontrada

ao final do período de maturação, pergunta-se: quantos



espermatozoides serão formados a partir de 80



espermatócitos I e de 80 espermátides?

A) 40 e 20

B) 160 e 320 **A**

C) 320 e 80 **gi**

D) 320 e

02. (FUVEST-SP) Foram feitas medidas diárias das taxas dos **Bi**

hormônios: luteinizante (LH), folículo estimulante (FSH),
 estrógeno e progesterona, no sangue de uma mulher
 adulta, jovem, durante vinte e oito dias consecutivos.

Considere as informações representadas e assinale Os resultados estão mostrados no gráfico:

a alternativa **CORRETA**.

Primeiro dia Último dia

A) Na ovulação, o ovócito secundário rompe a parede do da análise da análise

ovário e se fixa na parede da tuba uterina (trompa
 de Falópio). LH

B) Nidação é o nome dado ao processo de implantação xa dos FSH do embrião na parede do útero. Ta hormônios hipofisários

C) A fecundação acontece no ovário.

Estrógeno

D) A placenta é responsável pela nutrição do óvulo. s

05. (FUVEST-SP) O gráfico representa as variações das xa dos ariano

concentrações plasmáticas de dois hormônios ovarianos Ta hormônios ov

Progesterona

durante o ciclo menstrual de uma mulher. A B C D E F G

Concentração de A Tempo Concentração de B

($\mu\text{g/mL}$) ($\mu\text{g/mL}$)

0,02 Os períodos mais prováveis de ocorrência da menstruação 1,0

e da ovulação, respectivamente, são

A) A e C.

0,01 0,5 B) A e E.

A C) C e A. B

Dias D) E e C.

1 5 10 15 20 25

Ovulação Menstruação E) E e A.

Editora Bernoulli 55

Frente B Módulo 12

03. (UFRN) Marque a alternativa em que o método **06.** (UFMG–2010) Um estudo chinês vem anunciando

contraceptivo está **CORRETAMENTE** associado a seu resultados promissores para o desenvolvimento de um

mecanismo de ação. anticoncepcional para homens. O tratamento, com

A) A laqueadura tubária (ligadura de trompas) eficácia de 99%, consiste em aplicar-se, no interessado,

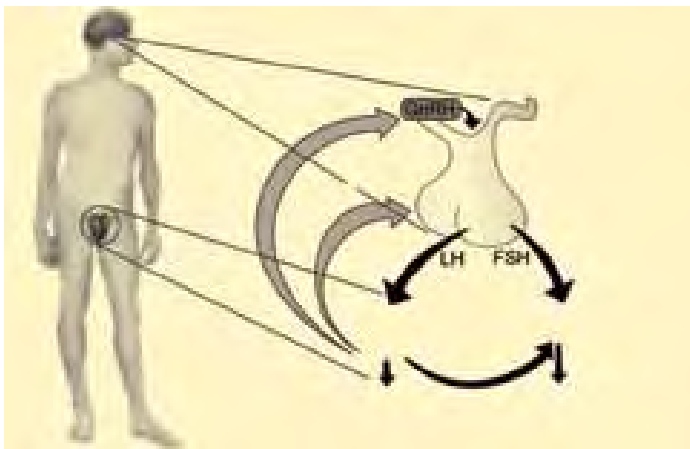
interrompe a ovulação. uma injeção mensal de testosterona.

B) A vasectomia impede que os espermatozoides sejam FOLHA DE S. PAULO, 8 maio 2009. (Adaptação).

expelidos na ejaculação. Analise estas figuras:

C) O uso de pílulas evita a penetração do espermatozoide

no ovócito.



D) O método da tabelinha inibe a secreção ovariana. GnRH

o

ntaçã

04. (UFMG) Em relação a alguns métodos anticoncepcionais, Retroalime

é **ERRADO** afirmar que

A) o método do ritmo de calendário consiste na suspensão Células de Leydig Células de Sertoli

Testosterona

de relações sexuais no período provável da ovulação.

Esse método tem a sua eficácia comprometida pela Desenvolvimento dos Espermatogênese caracteres sexuais



dificuldade de determinação do dia exato da ovulação, primários e secundários

Legenda:



principalmente em mulheres de ciclo irregular. • FSH – Hormônio folículo estimulante

B) os produtos espermicidas, que são colocados na • GnRH – Hormônio liberador de gonadotrofinas



vagina para matar os espermatozoides, podem causar • LH – Hormônio luteinizante ligeiras irritações na vagina. Tais produtos costumam Considerando-se essas informações e outros

ser usados em associação com outros métodos conhecimentos sobre o assunto, é **CORRETO** afirmar



anticoncepcionais. que a testosterona injetada



C) o diafragma consiste em um artefato de metal, A) age sobre os túbulos seminíferos, inibindo



geralmente em forma espiralada, que, colocado dentro a

espermatogênese.



do útero, impede a penetração dos espermatozoides. B) bloqueia diretamente as funções das células



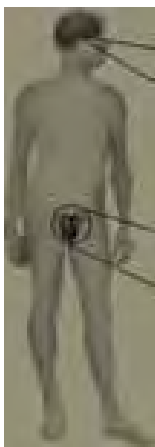
O diafragma pode causar sangramento e ser rejeitado de Leydig. por algumas mulheres.



C) inibe a liberação dos hormônios LH e FSH pela hipófise.



D) a vasectomia consiste no ligamento ou corte dos



canais deferentes, impedindo a liberação dos D) reduz a produção de gonadotrofinas na glândula

pineal.

espermatozoides produzidos pelos testículos.

A vasectomia torna o homem estéril, mas não **07.** (FUVEST-SP)
Comparando-se a espermatogênese com interfere na sua potência.

a ovogênese, na espécie humana, pode-se afirmar que

E) existem pílulas anticoncepcionais que, administradas

têm em
comum

durante 21 dias do ciclo, impedem a maturação dos

folículos e a ovulação, podendo apresentar como A) o número de gametas formados. efeitos colaterais alguma retenção de água, náuseas B) o tamanho dos gametas formados. e hipertensão. C) o número de cromossomos nos gametas.

D) a velocidade de ocorrência do processo.

05. (UFU-MG-2006) Com relação à reprodução humana, E) a mobilidade dos gametas formados.

marque a alternativa **CORRETA.**

08. (FCC-SP) Na espécie humana, após a fecundação, verifica-se

A) Indivíduos vasectomizados têm os ductos seminíferos

a suspensão da menstruação porque

seccionados, o que impede a passagem dos

espermatozoides. A) a placenta em formação produz um hormônio que

mantém o corpo lúteo funcional.

B) Na criptorquidia, a temperatura do local onde

os testículos se alojam é maior que a ideal para B) a hipófise, estimulada pelo corpo lúteo, passa a

a espermatogênese, o que leva à esterilidade produzir gonadotrofina masculina. C) o nível de estrógeno e progesterona do sangue é

C) A fecundação, que em condições normais acontece na mantida pelos folículos ovarianos em desenvolvimento.

cavidade uterina dois dias antes da nidação, depende D) a hipófise não libera o hormônio folículo estimulante,

da ação de enzimas hidrolíticas. devido ao baixo nível de estrógeno no sangue.

D) Os ovários localizam-se atrás do útero. Para a produção E) a membrana de fertilização do óvulo, formada após

constante de ovócitos, é necessário que os ovários a penetração do espermatozoide, produz hormônio

estejam 2 °C abaixo da temperatura abdominal. luteinizante.

56 Coleção Estudo

Sistema reprodutor

09. (UNIFESP–2007) Um homem dosou a concentração Quanto à função da próstata, é **CORRETO** afirmar que é

de testosterona em seu sangue e descobriu que esse A) uma glândula exócrina responsável pela produção de

hormônio encontrava-se num nível muito abaixo do um fluido cuja alcalinidade

ajuda a neutralizar o pH do

normal esperado. Imediatamente buscou ajuda médica, trato vaginal, prolongando a vida dos espermatozoides.

pedindo a reversão da vasectomia a que se submetera B) um órgão sexual localizado abaixo da bexiga urinária

havia dois anos. A vasectomia consiste no seccionamento cuja principal função é produzir líquido seminal

dos ductos deferentes presentes nos testículos. Diante responsável pelo movimento das espermátides.

disso, o pedido do homem C) uma glândula endócrina responsável pela produção de hormônios que estimulam a maturação das

A) não tem fundamento, pois a testosterona é produzida

espermatogônias em espermatozoides.

por glândulas situadas acima dos ductos, próximo

D) uma parte modificada da uretra cuja principal

à próstata.

função é armazenar espermatozoides maduros até

B) não tem fundamento, pois o seccionamento impede a ejaculação do sêmen.

unicamente o transporte dos espermatozoides

E) um órgão do aparelho genitourinário masculino,

dos testículos para o pênis.

protegido por uma bolsa externa ao corpo e

C) tem fundamento, pois a secção dos ductos deferentes responsável pela produção de testosterona.

impede o transporte da testosterona dos testículos

para o restante do corpo. **13.** (UFMG)

D) tem fundamento, pois a produção da testosterona ocorre

nos ductos deferentes e, com seu seccionamento,

essa produção cessa. o Estrógeno

E) tem fundamento, pois a testosterona é produzida

no epidídimo e dali é transportada pelos ductos **A**

deferentes para o restante do corpo. Ovulação Menstruação **gi**

10. Progesterona (FCMMG) Uma menina, ao nascer, abriga em seus ovários

multiplicados e crescidos todos os oócitos primários **OLO**

0 4 7 14 21 28 **Bi**

em processo de meiose interrompida, fenômeno este Dias do ciclo

chamado de dictióteno. A continuação desse processo

Nessa figura, estão representadas etapas do ciclo menstrual.

se dará

A) após a formação do ovo. Com base na figura e em conhecimentos sobre menstruação,

B) pela reprodução das ovogônias. todas as afirmativas estão corretas, **ExCETO**

C) com o início da atividade sexual. A) Decorre da descamação da mucosa uterina.

D) pelo acúmulo de vitelo no citoplasma do óvulo. B) Decorre da grande quantidade de progesterona

E) com a instalação da puberdade, sob estímulo no sangue.

hormonal. C) Coincide com o início da elevação do nível

de estrogênio.

11. (UFU-MG) A espermatogênese e a ovulação, processos D) É o período menos provável de fecundação.

fundamentais na reprodução humana, dependem da ação E) Ocorre a ovulação cerca de 14 dias após o seu início.

de alguns hormônios.

14. (UFRJ) O gráfico mostra os níveis dos hormônios

Marque a alternativa que indica os hormônios que têm

progesteronais no sangue de uma mulher num período

influência nesses eventos.

de 90 dias.

A) Prolactina e estrogênio.

B) Testosterona e calcitonina.

C) FSH e LH.

D) Progesterona e ADH. ação da

12. no sangue (PUC-Rio-2011) A frequência do câncer da próstata

progesterona

na espécie humana aumentou de forma explosiva nos Concentr

últimos anos. Notícias e reportagens inundaram os meios 1 15 30 45 60 75 90
Dias

de comunicação, mas informações desencontradas têm A) Como deve ser
interpretado o aumento progressivo

gerado aflições indevidas pela importância funcional do nível de concentração da
progesterona a partir

deste órgão. do 15° dia?

Diponível em: B) Que fato deve estar associado à queda do nível de

ed1098/caprostata.htm > (Adaptação). hormônio por
volta do 90° dia?

Editora Bernoulli **57**

Frente B Módulo 12

15. (UEL-PR-2011) Em algumas modalidades esportivas, **02.** Uma adolescente de 17 anos e seu namorado, também

as equipes devem ser formadas apenas por atletas do de 17 anos, ficaram juntos, pela primeira vez, em uma

mesmo sexo. Sobre as características que determinam relação sexual completa e “transaram” sem preservativo

ou diferenciam o sexo, é **CORRETO** afirmar: (“camisinha”). A adolescente, que não faz uso de nenhum

A) O sexo masculino depende de um gene determinador tipo de anticoncepcional e tem um ciclo menstrual regular

do sexo localizado no cromossomo Y. de 28 dias, está preocupada porque é muito provável que

B) A progesterona atua no desenvolvimento de órgãos a relação entre os dois tenha ocorrido durante o período

genitais típicos do sexo masculino. de sua ovulação. Considerando que a última menstruação

C) Os núcleos das células feminina e masculina da adolescente ocorreu no período compreendido entre

apresentam um mesmo conjunto cromossômico.

1 e 4 de junho, para que a relação sexual do casal possa

D) A testosterona é o principal hormônio sexual feminino ter ocasionado uma gravidez indesejada, essa relação

produzido nas trompas.

deve ter ocorrido no período de

E) As células masculinas apresentam cromatina sexual.

A) 25 a 30 de junho.

SEÇÃO ENEM B) 8 a 11 de junho.

C) 11 a 17 de junho.

01. Analise os dados da tabela a seguir.

D) 4 a 8 de junho.

Uso de métodos contraceptivos entre mulheres

com vida sexual ativa, de 20 a 60 anos. São E) 20 a 25 de junho.

Leopoldo, Rio Grande do Sul, 2003.

20 a 49 anos 50 a 60 anos **gABARiTO**

Método contraceptivo

n % n %

Anticoncepcional oral 282 48,8 -- **Fixação** DIU 42 7,3 2 4,1

Coito interrompido 4 0,7 -- 01. B Preservativo 100 17,3 4 8,2

02. B

Ligadura tubária 108 18,7 39 79,6

Tabelinha 03. E 2 0,3 --

Anticoncepcional oral e 04. B

1 0,2 --

preservativo 05. E

Injetável 20 3,5 -- **Propostos** Intradérmico 2 0,3 --

Vasectomia 12 2,1 2 4,1

Muco cervical 01. C 08. A 1 0,1 --

Preservativo e 02. E 09. B

1 0,2 --

Preservativo e tabela 1 0,2 – –

Gotas 05. B 12. A – – 2 4,0

Total 06. C 13. B 578 100,0 47 100,0

Os dados da tabela indicam que 07. C

A) há predominância do uso de métodos contraceptivos 14. A) Um aumento progressivo do nível de

masculinos na vida sexual dessas mulheres. progesterona, no período de tempo

considerado, indica gravidez.

B) os métodos contraceptivos usados pelas mulheres

acima de 50 anos são anovulatórios. B) A queda brusca da taxa de progesterona,

no momento considerado (90° dia), indica

C) os métodos contraceptivos naturais usados pelas

interrupção da gravidez ou aborto.

mulheres de até 49 anos constituem apenas 0,3%

do total. 15. A

D) os métodos contraceptivos de ação hormonal usados

Seção

Enem

pelas mulheres até 49 anos ultrapassam 50%.

E) a redução do uso de contraceptivos pelas mulheres 01. D

acima de 50 anos está relacionada com a diminuição 02. C da vida sexual.

FRENTE Ecossistemas 21 C

ECOSSISTEMAS TERRESTRES^{Na}

Tundra, há apenas duas estações: verão e inverno. O verão é de curta duração (2 a 3 meses), com temperaturas

em torno de 10 °C. Nesse curto verão, surgem áreas

A biosfera pode ser subdividida em biociclos: biociclo

onde o solo degela apenas superficialmente e a camada

terrestre (epinociclo), biociclo dulcícola (limnociclo) e biociclo

inferior permanece congelada (*permafrost*), o que impede de água salgada (talassociclo).

a drenagem da água do degelo e leva à formação de poças

Os biociclos, por sua vez, podem ser subdivididos em e lagoas, apesar de a precipitação anual ser muito baixa.

unidades chamadas biocoros ou biocoras. As florestas e os No inverno, que se estende pela maior parte do ano (cerca

campos, por exemplo, são biocoros do biociclo terrestre. de 10 meses), as camadas superficiais do solo também

Cada biocoro também pode ser subdividido em partes ficam congeladas. denominadas biomas. O biocoro floresta, por exemplo, É um bioma que recebe pouca energia radiante proveniente

apresenta vários biomas com características bióticas e abióticas do Sol e pouca luminosidade. A precipitação é pequena,

próprias: Floresta Tropical, Floresta Temperada, Floresta de ocorrendo normalmente sob a forma de neve.

Coníferas, etc. Os biomas, portanto, são grandes ecossistemas A vegetação é pouco exuberante e se desenvolve,

com fauna, flora e clima próprios, constituídos por comunidades

predominantemente, durante os meses de verão e nas áreas

que atingiram o estágio clímax. Assim, as Florestas, os Campos onde o solo degela superficialmente. Ao norte, predominam

e os Desertos são exemplos de biomas terrestres. Já os Lagos os musgos e líquens, e mais ao sul, onde a temperatura é

e os Mares são exemplos de biomas aquáticos. um pouco mais elevada, são encontrados também pequenos

arbustos. Não existem árvores. No inverno, essa vegetação

OBSERVAÇÕES

praticamente desaparece, em consequência do frio intenso e

- Alguns autores usam o termo bioma para designar da seca fisiológica (fenômeno no qual os solos frios permitem

apenas ecossistemas terrestres. Outros usam a pouca absorção de água, e os solos gelados, nenhuma).

palavra indistintamente para grandes ecossistemas, Assim, não é a temperatura baixa que diretamente provoca

incluindo os aquáticos. a pobreza da vegetação e, especialmente, a inexistência de

- árvores: é a disponibilidade de água que impõe limites ao O estado de clímax atingido por um bioma depende de

um grande número de fatores, tais como a latitude, desenvolvimento da vegetação na Tundra. as temperaturas médias e extremas da região, o relevo, A fauna é constituída por rena, caribu, boi almiscarado,

o regime de chuvas e o tipo de solo. urso polar, lobo-do-ártico, raposa-do-ártico, lebre-do-ártico,

lemingues (pequenos roedores), coruja-das-neves,

- A identificação dos biomas terrestres é feita

ptármigas ou ptarmigans (aves do tamanho de um pombo),

principalmente através da vegetação que apresentam. perdiz branca e poucas espécies de insetos (embora o número

Por isso, são também conhecidos como formações

de indivíduos por espécie seja grande, notadamente o de

fitogeográficas, isto é, formações vegetais típicas dípteros,
vulgarmente chamados de moscas e mosquitos).

de determinadas regiões. Os principais biomas



terrestres são: Tundra, Florestas de Coníferas,
Florestas Temperadas, Florestas Tropicais, Campos
e Desertos. Um mesmo tipo de bioma terrestre pode
estar presente em mais de uma região do planeta. Por
exemplo: o bioma do tipo Floresta Tropical existe em
parte da América do Sul e em regiões da África e da
Ásia; o mesmo ocorre com o bioma do tipo Deserto,
que é encontrado em várias partes da Terra.

Tundra

Localizado no Hemisfério Norte, abaixo da zona de gelo permanente (calota polar), esse bioma circunda o Polo Norte, compreendendo a parte norte do Alasca, do Canadá, da Groenlândia, da Noruega, da Suécia, da Finlândia e da Sibéria. *Fauna típica da Tundra*

Editora Bernoulli 59

Frente C Módulo 21

A vegetação serve de alimento a animais herbívoros,

Florestas de Coníferas

como a rena, o caribu, o boi almiscarado, os lemingues e as

lebres-do-ártico. Esses herbívoros, por sua vez, são alimentos

Localizadas também no Hemisfério Norte, logo ao sul

de carnívoros, como o lobo-do-ártico, a raposa-do-ártico da Tundra, estendem-se por todo o norte da Sibéria e do

Canadá. A palavra “Taiga” (de origem russa) é usada para e a coruja-das-neves.

designar as Florestas de Coníferas existentes na Sibéria.

No inverno, o frio intenso, a escuridão e a escassez de A taiga siberiana é a mais vasta floresta do mundo, ocupando

alimento limitam a presença de alguns grupos de seres vivos uma área de, aproximadamente, 8 milhões de km². nessa região. Assim, muitos animais migram para outras Assim como acontece na Tundra, as

Florestas de Coníferas

regiões em busca de melhores condições de sobrevivência. apresentam apenas duas estações: verão e inverno. O verão

Grandes mamíferos, como a rena e o caribu, migram para o norte de 3 a 6 meses e apresenta dias mais quentes do que

sul, em direção à Taiga; algumas aves migram para outras do da Tundra, já que o bioma está mais próximo do Equador

regiões. Entretanto, alguns animais, como as ptármigas, e recebe mais energia radiante do Sol. Os dias de verão não

a lebre ártica, a raposa-do-ártico, o urso polar e os insetos são tão longos, mas são mais quentes, e o solo degela-se

vivem o ano inteiro nessa região. completamente. O inverno é tão rigoroso quanto o da Tundra,

porém com menor duração (6 a 9 meses).

Entre as adaptações morfofisiológicas apresentadas A vegetação é constituída, predominantemente, por

pelos animais da Tundra para sobreviverem às condições coníferas, como os pinheiros e abetos. As coníferas são

ambientais do inverno rigoroso, estão as seguintes : plantas do grupo das gimnospermas. Musgos, líquens e

arbustos também aparecem. A vegetação rasteira é escassa,

- Presença de pelos longos (ou penas desenvolvidas,

já que chega pouca luz ao solo (a copa das árvores de maior no caso das aves), densamente distribuídos, de

porte impede a penetração do Sol). Na superfície do solo, há maneira a reter um “colchão” de ar circundante e um tapete de folhas e ramos mortos, onde se desenvolvem

termoisolante, o que dificulta a perda de calor para alguns fungos. o meio externo. As coníferas não perdem as folhas no inverno, permanecendo

- sempre verdes. Como no inverno o solo congela, as coníferas Hipoderme (camada de tecido adiposo situada sob

a derme) normalmente espessa, constituindo outra possuem algumas adaptações que lhes permitem sobreviver

nessas condições desfavoráveis de seca fisiológica.

barreira térmica que dificulta a perda de calor para

Essas
adaptações
são:

o meio externo.

- Folhas aciculares (finas e compridas, à semelhança de
- Extremidades corporais, como orelhas, caudas e agulhas) revestidas por uma camada de cera, que reduz

patas, menores. Assim, a perda de calor é reduzida, a perda de água durante todo o período em que o solo

o que auxilia na manutenção da temperatura do corpo. está gelado e as raízes não podem realizar a absorção.

Em regiões quentes, os mamíferos, ao contrário do Os ramos curvam-se sob o peso da neve, até que

que ocorre na Tundra, apresentam extremidades esta, deslizando, se desprenda. Pelo fato de sua

maiores, o que ajuda a dissipar o calor para o meio vegetação ser formada basicamente por árvores

portadoras de folhas aciculares, esse bioma também externo com maior facilidade.

é conhecido como Floresta Acicufoliada.

- Alguns, como é o caso dos lemingues, evitam os ventos • Troncos recobertos por espessa camada de súber

violentos cavando tocas sob a neve, onde se abrigam. (cortiça), que age como isolante térmico, protegendo

Nesses locais, protegidos das baixas temperaturas, os tecidos mais internos consomem as partes subterrâneas dos vegetais. A fauna está representada, principalmente, por alces,

ou o suprimento de sementes que armazenaram cervos, lince, martas, ursos pardos, lobos, raposas

durante o verão. vermelhas, lebres americanas, porcos-espinho, esquilos,

camundongos, aves e insetos, além dos animais que migram

- Outros, como é o caso dos insetos, permanecem da Tundra.

dormentes no inverno. A maioria dos insetos se encontra,



nessa época do ano, na fase de ovo ou de larva.

- Muitos animais são capazes de desenvolver camuflagem, mudando a coloração dos pelos ou das penas, de modo a se confundirem com a coloração do ambiente. Camuflados, os animais têm facilitado o processo de capturar suas presas ou de fugir de seus predadores. Por exemplo: a raposa-do-ártico,

a lebre-do-ártico e a perdiz branca possuem no verão uma pelagem (ou plumagem, no caso das aves) acinzentada, que os confunde com a coloração cinza-esverdeada da vegetação formada por musgos e líquens; no inverno, exibem pelos (ou penas) brancos, confundindo-se, assim, com a neve. *Fauna típica das Florestas de Coníferas* Creative Commons

60 Coleção Estudo

Ecosistemas

No inverno, os animais das Florestas de Coníferas Florestas Pluviais Tropicais

encontram condições muito semelhantes às que vimos na

Tundra. Os esquilos e ursos dormem por longos períodos, Encontradas na América Central, América do Sul, África,

embora não hibernem totalmente. Os insetos hibernam. Ásia e Austrália.

OBSERVAÇÃO Devido ao fato de esses biomas se localizarem na faixa

equatorial (baixa latitude), a quantidade de energia radiante

Os pássaros insetívoros migram para o sul, e os que se

do Sol que recebem é elevada durante todo o ano. O índice

alimentam de sementes voam em busca de lugares onde

a produção de cones dos pinheiros foi mais abundante. de precipitação também é alto, com chuvas abundantes

Lobos, lince e outros permanecem na Floresta de Coníferas, e regulares (daí a denominação Florestas Pluviais).

obtendo alimento através de suas atividades predatórias. As temperaturas médias são altas (21 a 32 °C). Portanto,

são biomas que apresentam clima quente e úmido.

Florestas Temperadas Decíduas Entre

os biomas terrestres, essas florestas são as que

São típicas de regiões de clima temperado, com as apresentam a maior variedade florística e faunística.

quatro estações do ano bem definidas, sendo encontradas A vegetação é exuberante, apresentando folhas largas,

predominantemente no Hemisfério Norte, ao leste dos e por isso essas plantas são ditas latifoliadas (do latim

Estados Unidos, oeste da Europa e leste da Ásia (Coreia, *latus*, largo, amplo, e *folia*, folha); têm grande superfície

Japão e partes da China). transpiratória, o que não traz problemas de desidratação, uma

A flora apresenta uma grande diversidade de espécies, vez que a disponibilidade de água no ambiente é abundante.

com uma vegetação predominantemente arbórea, A cerificação observada nas folhas, notadamente na face

constituída por carvalhos, magnólias, faias, nogueiras, superior, destina-se à defesa contra o excesso de luz.

etc. Essas árvores são decíduas (do latim *deciduus*, As folhas das árvores não caem todas de uma só vez, como

que cai) ou caducas (do latim *caducus*, que cai), isto é, acontece nas

Florestas Temperadas Decíduas e, por isso, **A**

perdem todas as suas folhas no final do outono, vindo essas plantas
são também denominadas perenifólias (do **gi**

daí o nome Floresta Decídua ou Floresta Caducifoliada. latim *perennis*,
perpétuo, duradouro). Suas folhas caem

Essa queda das folhas também é uma adaptação que gradualmente,
sendo logo substituídas por outras. **OLO**

as folhas, ela conserva mais a água em seu
corpo durante o Assim como nas Florestas
Temperadas Decíduas, **Bi** protege a
planta da seca fisiológica, já que, uma vez
sem

inverno, período em que a maior parte dessa substância fica a
vegetação das Florestas Pluviais Tropicais tem uma nítida

imobilizada no solo devido às baixas temperaturas. estratificação
vertical. No primeiro estrato, ficam as copas

das árvores mais altas (que podem atingir 40 metros ou

Além das árvores de grande porte, aparecem também mais).

Debaixo dessa cobertura, vem um outro estrato

arbustos, gramíneas e musgos. formado por árvores de menor porte e,
em seguida, vem um

Nessas florestas, chegam a existir até quatro estratos estrato
formado por arbustos, com poucos metros de altura.

(camadas) de vegetação. São eles: Sobre os troncos das árvores e
arbustos, desenvolvem-se

muitos líquens, bromélias e samambaias. É grande o número

- Uma camada de árvores, geralmente de 8 a 30

de parasitas e epífitas. A vegetação rasteira, próxima ao solo, metros de altura, que formam uma cobertura vegetal

é escassa devido à pequena quantidade de luz que recebe.

continua. Esta, evidentemente, é a camada de

vegetação que recebe a luz do Sol mais intensamente. Alguns cálculos mostram que, em certas Florestas Tropicais,

chega ao solo cerca de 500 vezes menos luz que nas copas

- Uma camada de arbustos, que chega a uma altura das árvores mais altas.

aproximada de 5 metros. Os arbustos assemelham-se

às árvores, mas se ramificam próximo ou rente ao solo. Os teores de oxigênio, umidade e temperatura também

- são diferentes nos diversos estratos dessa vegetação. Uma camada de gramíneas e também de pteridófitas

(samambaias, por exemplo). Por exemplo: as copas das camadas superiores se aquecem

- Uma camada mais rasteira, constituída por briófitas à noite. Ao contrário, nas camadas mais inferiores, (musgos e hepáticas). Abaixo dessa camada, muito durante o dia, porém perdem calor rapidamente

a temperatura varia muito pouco. Assim, apesar de o bioma principalmente da decomposição das folhas que estar submetido a um clima geral, existem microclimas encontra-se um solo rico em nutrientes, originários

caem no solo. distintos nos diferentes estratos.

A fauna é rica e bastante diversificada. Nas Florestas A enorme

quantidade de nichos ecológicos presentes

Decíduas, são encontrados diversos mamíferos (ursos, nessas florestas permite a existência de uma fauna rica

veados, lobos, javalis, raposas, esquilos, leões-da-montanha, e diversificada, constituída por muitos mamíferos arborícolas

gambás, lebres, ratos silvestres), répteis, anfíbios, inúmeras (macacos, lêmures, bichos-preguiça), mamíferos terrícolas

espécies de aves e insetos (coleópteros, como besouros e (cotias, antas, capivaras, veados, onças, tapires), muitas

joaninhas, são os mais abundantes). No solo, também são espécies de aves, répteis (cobras, lagartos), anfíbios (sapos,

encontrados muitos protozoários e helmintos (vermes). pererecas), insetos (mosquitos, besouros, formigas), etc.

Editora Bernoulli 61

Frente C Módulo 21

No solo das Florestas Tropicais, bactérias e fungos **Savanas**

degradam rapidamente as folhas que caem e outros restos

orgânicos. Nesse solo, não chega a ocorrer o acúmulo de Formações em que estão presentes arbustos e árvores de

nutrientes decorrente da decomposição, como ocorre no pequeno porte, além de gramíneas. Esse tipo de bioma é

solo das Florestas Temperadas. A matéria orgânica que encontrado na África, na Ásia, na Austrália e nas Américas.

atinge o solo é prontamente degradada, uma vez que As savanas africanas e o campo cerrado (Cerrado) do Brasil

altas temperaturas e umidade aceleram os processos são exemplos

desse tipo de bioma. de decomposição. Os nutrientes minerais resultantes da

decomposição são prontamente absorvidos pela vegetação. Como exemplos de representantes da fauna das savanas

Por isso, no solo dessas florestas não há, via de regra, africanas, podemos citar: herbívoros de grande porte

acúmulo de nutrientes minerais. (antílopes, zebras, girafas, elefantes, rinocerontes),

As árvores têm, em geral, raízes pouco profundas, sendo, por carnívoros (leões, leopardos), diversas espécies de aves

isso, facilmente derrubadas nos desmatamentos. No entanto, (muitas delas corredoras, como o avestruz), répteis (cobras

o desmatamento leva a um rápido empobrecimento do solo, e lagartos) e muitas espécies de artrópodes (insetos,

já que as águas das chuvas lavam os minerais, carregando-os aracnídeos). para os cursos de água e lençóis subterrâneos. Por isso, esses

solos, normalmente, não se prestam à agricultura. Após o No Cerrado, a fauna é constituída por tatus, veados,

desmatamento, sofrem erosão rápida ou então endurecem, grande variedade de roedores (capivara, paca, cutia, preá),

formando crostas espessas, de difícil cultivo. carnívoros (onça-parda, cachorro-do-mato, lobo-guará),

Campos muitas aves (corujas, gaviões, emas, seriemas), numerosas

cobras e
muitos
insetos.

Encontrados tanto em regiões tropicais quanto em

temperadas, recebem diferentes denominações, conforme Desertos as regiões e países em que se desenvolvem. Podem ser classificados em Estepes e Savanas.

Estepes Aparecem na África, Ásia, Austrália, América do Norte e América do Sul. O deserto do Saara, que se estende da Campos onde há nítido predomínio das gramíneas, costa atlântica da África até a Arábia, é o maior do mundo.

encontrados em regiões cujo clima apresenta períodos de seca. Os Desertos são biomas de baixa pluviosidade e baixa As pradarias da América do Norte e os pampas da Argentina, umidade do ar. Durante o dia, as temperaturas são altas Uruguai e do Sul do Brasil são exemplos de Estepes. (frequentemente ultrapassam os 40 °C) e, não havendo Nas pradarias americanas, a vegetação, predominantemente quantidade suficiente de vapor-d'água para fazer a constituída por gramíneas, pode variar de meio metro a dois retenção de calor, as noites são, em geral, extremamente metros de altura. Antílopes americanos, bisões, lobos, coiotes, feras. Pode haver variações de 30 °C ou mais entre o dia raposas, roedores, cobras, aves insetívoras, gaviões, corujas e a noite. e muitos insetos são exemplos de animais encontrados nas

pradarias da América do Norte. Não é a areia, como muita gente pensa, que caracteriza

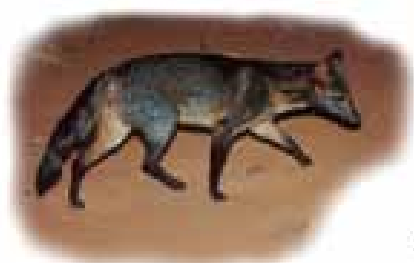
constituída por gramíneas, mas estas raramente ultrapassam apenas 30% do território é coberto por areia. A maior parte 50 cm de altura. Tatus, diversas espécies de roedores, do Saara e dos outros desertos apresenta uma superfície Nos Pampas, a vegetação predominante é também o Deserto, e sim a sua aridez. No Saara, por exemplo,

de répteis (cobras e lagartos), aves (quero-quero, seriema, rochosa ou

de barro ressecado. Em todos eles, as chuvas carnívoros (guaraxaim, gato-dos-pampas), grande variedade

chimango-carrapateiro), insetos, aranhas são exemplos de são escassas, o que limita o desenvolvimento da vida

representantes da fauna dos Pampas. vegetal e animal.



Guaraxaim



Chimango-carrapateiro



Quero-quero



Seriema

A vegetação é pouco abundante e distribuída de forma esparsa. Uma planta no Deserto tem de aproveitar ao máximo a pouca água disponível. Assim, muitas raízes e folhas de certas plantas produzem substâncias que inibem o crescimento de outras nas proximidades.

Gramíneas e plantas arbustivas, como as cactáceas, constituem a vegetação predominante desse bioma.

Muitas dessas plantas só conseguem aí sobreviver porque

possuem adaptações a um ambiente de seca e, por isso, são denominadas xerófitas. Nas cactáceas, por exemplo, os caules, que são verdes e fazem fotossíntese, armazenam água em um tecido especial, o parênquima aquífero, enquanto as folhas estão modificadas em espinhos, o que diminui a superfície de perda de água através da transpiração.

As raízes de muitas plantas dos Desertos são profundas, chegando a atingir lençóis subterrâneos, enquanto outras

wikipédia.com têm raízes superficiais, capazes de aproveitar rapidamente

Fauna típica dos Pampas a água de eventuais chuvas.

62 Coleção Estudo

Ecossistemas

Muitas plantas desse bioma desenvolvem-se e completam **A) Zona litorânea** – Parte mais periférica do lago e mais

o ciclo semente-flor-semente apenas durante os breves ricamente habitada. Aí são encontradas muitas espécies

períodos em que há disponibilidade de água. Nessa época, de plantas enraizadas no fundo, plantas flutuantes,

suas sementes germinam, originando novas plantas, que plantas totalmente submersas e muitos animais, como

florescem, produzem novas sementes e morrem. Essas novas moluscos, artrópodes, anfíbios e peixes. sementes só vão germinar em outro período de chuva.

B) Zona límnica – Parte mais central ou interna do lago

A fauna é constituída por escorpiões, lacraias, insetos, cobras, e que se estende até a profundidade de penetração

lagartos, algumas aves e mamíferos (ratos, coiotes, camelos). da luz. É muito rica em plâncton (fitoplâncton e

zooplâncton). O plâncton é o conjunto dos organismos

Os animais possuem adaptações especiais que lhes

aquáticos, flutuantes, na maioria microscópicos, e que permitem viver nas condições ambientais desse bioma.

podem ser autótrofos ou heterótrofos. O fitoplâncton

Os mamíferos do Deserto, por exemplo, têm urina e

é formado pelos organismos autótrofos do plâncton, fezes concentradas, ausência ou redução das glândulas

representado por uma infinidade de algas microscópicas sudoríparas, maior utilização da água metabólica e uma

fotossintetizantes, como algumas espécies de tolerância maior à desidratação. O camelo, por exemplo,

clorófitas (algas verdes), cianófitas (algas azuis), consegue sobreviver perdendo até 40% da água corpórea,

euglenófitas e diatomáceas. O zooplâncton, por sua ao contrário da maioria dos mamíferos em que a perda de

vez, é formado pelos seres heterótrofos do plâncton, 10 a 20% da água corpórea leva à morte.

sendo constituído por protozoários, microcrustáceos e

A presença de uma pelagem clara e densa em muitos animais larvas de diversos organismos.

é outra adaptação contra a desidratação: os pelos atuam Nesse tipo de

bioma, os produtores estão representados

como uma barreira que retarda o aquecimento do animal. por plantas que vivem parcial ou totalmente

Constatou-se experimentalmente que camelos tosquiados submersas e, principalmente, pelo fitoplâncton.

(com pelos em torno de 1 cm de comprimento) desidratam-se Os organismos do fitoplâncton são os produtores

mais rapidamente que camelos não tosquiados. mais significativos desse ecossistema, enquanto os

do zooplâncton atuam como consumidores primários **A**

Muitos pequenos mamíferos desse bioma, como o

(o zooplâncton alimenta-se do fitoplâncton). **gi**

rato-canguru, podem passar a vida inteira sem beber água,

obtendo toda a água de que necessitam das plantas que comem. Além da riqueza em seres planctônicos, a zona límnica

é também habitada por diversas espécies de peixes **OLO**

A maioria dos animais do Deserto também tem hábitos que,

geralmente, estão presentes na maior parte dos **Bi**

noturnos, isto é, são mais ativos à noite, quando as condições biomas de águas lânticas. de temperatura são mais amenas.

C) Zona profunda – Região do lago em que não há penetração de luz e, conseqüentemente, não existe

ECOSSiSTEMAS AquÁTiCOS vida

fotossintetizante. Os principais habitantes dessa região são bactérias e fungos que decompõem

Limnóciclo os restos orgânicos que descem das águas mais superficiais.

O limnóciclo ou biociclo dulcícola compreende ecossistemas Os maiores biomas lênticos da biosfera são o lago Baikal,

de águas lênticas (águas paradas, sem correntezas) e de localizado na Sibéria (com 1 754 m de profundidade), e o

águas lóticicas (águas correntes). lago Tanganica, na África (com 1 449 m de profundidade).

As águas lênticas estão representadas, principalmente, As águas lóticicas compreendem os rios e os riachos,

pelos lagos e lagoas. Os lagos são depressões na superfície caracterizados pelas correntezas das águas. Nesses

dos continentes nas quais existe uma extensão considerável ecossistemas, o constante movimento das águas, formando

de água parada, cercada de terra. O nome lagoa é correntes, determina um ambiente rico em oxigênio e em

dado, de um modo geral, às pequenas massas de água,

nutrientes vindos de ecossistemas vizinhos, principalmente

suficientemente rasas para que plantas com raízes cresçam

da vegetação marginal.

na maior parte do fundo.

Os organismos que vivem nas águas lóticicas dependem

Esses ecossistemas podem apresentar três regiões ou

da velocidade das correntes. Em locais de correntezas
zonas: litorânea, límnic e profunda.

rápidas, praticamente não há plâncton. Nesses locais, são
Zonas de um lago encontrados algas e musgos fixados à superfície de
pedras.

Sob essas pedras vivem alguns animais de corpo

Zona litorânea

extremamente achatado, que se ajusta às reentrâncias
estreitas, e com adaptações especiais que os capacitam a
se segurarem às pedras. Para esses pequenos organismos,

Zona límnic

capazes de resistir à rapidez das correntes, há abundância de

Zona profunda oxigênio e de nutrientes varridos pelas águas. Nos
locais onde

as correntezas se tornam mais lentas (águas mais calmas),
os rios passam a apresentar características semelhantes aos

ecossistemas
lênticos.

Editora Bernoulli **63**

Frente C Módulo 21

Talassociclo Quanto à profundidade dos oceanos, podem-se distinguir as seguintes regiões ou zonas: intertidal, nerítica, batial,

O talassociclo (biociclo marinho) compreende todos os abissal e

hadal.

mares e oceanos, sendo o maior dos biociclos. Esses biomas

apresentam duas características básicas: continuidade e **A) Zona intertidal ou das marés** – Região sujeita ao estabilidade.

Continuidade porque cobrem cerca de 75% avanço e recuo das águas todos os dias, isto é, sofre

da superfície terrestre e não possuem barreiras físicas as flutuações das marés (preamar = maré alta e

separando-os. Estabilidade porque não secam ou congelam baixamar = maré baixa), ficando alternadamente

inteiramente; além disso, os fatores climáticos afetam exposta ao ar e recoberta pela água. Essa região é

notadamente apenas as águas mais superficiais. também conhecida por ambiente ou sistema litorâneo.

A temperatura das águas mais superficiais varia de acordo É uma região com muita luminosidade, oxigênio e

com as estações do ano e com a latitude. No entanto, essa alimento. Além dos animais de vida livre, há grande

variação é menor do que a observada nos ecossistemas quantidade de algas e animais fixos às rochas que estão

terrestres, uma vez que os oceanos retêm maior quantidade adaptados à alternância de exposição à água e ao ar.

de calor, liberando-o mais lentamente que a terra.

A temperatura da água tende a diminuir com a profundidade, **B) Zona nerítica** – Corresponde à região situada sobre sendo que nas águas mais profundas permanece mais ou a plataforma continental. Estende-se desde a linha

menos constante, em torno de 2,5 °C. de marés até, aproximadamente, 200 metros de

Os sais minerais dissolvidos na água do mar estão em profundidade. É rica em fitoplâncton, zooplâncton e

porcentagens e quantidades diferentes das encontradas na em peixes

que são utilizados na alimentação humana,

água doce. A salinidade dos mares é de cerca de 3,5 g/L o que a torna uma região de grande importância

(gramas por litro), com predominância do cloreto de sódio econômica. (NaCl). Lembre-se de que os sais minerais dissolvidos na água estão dissociados em íons. Mais de 75% dos íons **C) Zona batial ou oceânica** – Região que se estende dissolvidos na água do mar estão representados por C dos 200 até cerca de 2 000 metros de profundidade. 1 - e

Na⁺. Em regiões próximas à costa, a salinidade pode ser Suas águas são frias e pobres em fauna.

em função da influência dos rios e das chuvas. **D) Zona abissal** – Região que se estende dos 2 000 menor e mais variável do que a de regiões de mar aberto,

aos 5 000 metros de profundidade. Os seres

Quanto à penetração da luz, os ecossistemas marinhos que aí vivem estão representados por bactérias

apresentam as seguintes regiões: zona fótica e zona afótica. decompositoras e alguns poucos animais adaptados

A) Zona fótica – Região muito iluminada que se à vida em regiões escuras e profundas. Entre essas

estende até a profundidade máxima de 200 metros. adaptações, podemos citar o corpo achatado e a

Alguns autores costumam subdividi-la em zona pressão interna corporal elevada, que constituem

eufótica e zona disfótica. A zona eupótica (muito uma compensação em relação às grandes pressões

iluminada) está situada entre a superfície e a externas que agem sobre eles. Quando uma

profundidade média de 80 metros, enquanto que criatura dessas é capturada e trazida à superfície,

a disfótica (pouco iluminada) situa-se numa faixa o seu corpo simplesmente “explode” em virtude

entre 80 e 200 metros de profundidade. Na zona da grande pressão exercida de dentro para fora.

encontram-se numerosos seres fotossintetizantes, os organismos abissais, são classificados como representados principalmente por diversas espécies euribáticos, enquanto os que não suportam grandes fótica, especialmente na faixa da região eufótica, Os seres que suportam grandes pressões, como

de algas do fitoplâncton marinho. Esses seres são os

pressões são chamados de estenobáticos. Os seres principais produtores desse tipo de bioma.

aquáticos são predominantemente estenobáticos.

B) Zona afótica – Região escura onde não há mais a Muitos organismos abissais também possuem boca

penetração da luz. Situa-se abaixo de 200 metros e dentes grandes, bem como estômago dilatável,

de profundidade. Nessa região, portanto, não são sendo tais adaptações importantes à escassez de

encontrados mais seres fotossintetizantes. alimento, pois facilitam o aproveitamento deste

0 Metros nas poucas oportunidades em que é encontrado.

Muitas espécies abissais realizam o fenômeno

Fótica Eufótica 80 da bioluminescência ou fotogênese, isto é,

Disfótica produzem luz. Isso, evidentemente, facilita a vida 200 dessas espécies numa região onde não há penetração

da luz. Algumas espécies de animais abissais são

cegos, mas a grande maioria enxerga e produz Afótica bioluminescência, através de estruturas chamadas de “lanternas”. Devido a essa bioluminescência, a seleção natural favoreceu, nesse ambiente, os animais que enxergam.

E) Zona hadal – É a região mais profunda dos oceanos,

Regiões dos ecossistemas marinhos de acordo com a penetração abaixo de 5 000 metros. Nela, praticamente não

de luz. existe vida.



64 Coleção Estudo





Nível Tal com o n o s e c o s s i s t e m a s d u l c í c o l a s ,
Zona das marés

do mar o plâncton marinho é subdividido em fitoplâncton

e zooplâncton. O fitoplâncton é formado pelas

Nerítica algas microscópicas, como as diatomáceas,

200 m

dinoflagelados e muitas espécies de clorófitas.

a Essas algas são as grandes produtoras das cadeias

Batial

2 000 m alimentares marinhas. Embora microscópicas,

seu número é tão grande que a fotossíntese

Abissal na bêntic por elas realizada corresponde a cerca
de três on a pelágica Zo Z vezes a fotossíntese realizada
pelas plantas

terrestres. O zooplâncton, por sua vez, é formado

5 000 m

por seres heterótrofos, como protozoários,

Hadal

microcrustáceos e larvas de muitos animais

Principais regiões do ambiente marinho de acordo com a (celenterados, moluscos,
equinodermos, peixes).



de. O tamanho dos seres do zooplâncton pode variar

desde o microscópico, como um protozoário,



Até o tamanho macroscópico, como a caravela



ssistema marinho, as expressões zona bântica e (colônia de
trado). O plâncton marinho é



ágica são utilizadas, respectivamente, para designar também
o por haloplâncton, enquanto o



(o solo) e a coluna de água, qualquer que seja a de água doce
nado limnoplâncton. profundidade. Por exemplo: a zona
pelágica batial refere-se



de água da zona batial.



- **Nécton** – O nécton (do grego *nektos*, apto a nadar) é



o à concentração de nutrientes minerais, há uma formado por
organismos que se deslocam ativamente **A**



quando se consideram as regiões próximas na água,
inclusive contra a força das ondas e das **gi**



e as regiões de alto-mar. Próximo à costa, a correntes. Peixes,
ps (baleia, golfinho),



concentração desses nutrientes é, em

geral, maior, devido, tartarugas marinhas, certos crustáceos, como os OLO principalmente, ao desaguoamento de rios que trazem camarões, e certos moluscos, como as lulas, são Bi nutrientes da terra. Em alto-mar, essa concentração bons exemplos de seres nectônicos. geralmente é mais baixa, uma vez que grande parte dos



es encontra-se no fundo. Entretanto, em certos • **Bênton** – O (do grego *benthos*, fundo do locais, existem as chamadas correntes de ressurgência, mar) é constituído por seres que vivem afixados



entos da água de baixo para cima, que trazem os



a um substrato (solo, rocha) e também pelos



es do fundo para a superfície, enriquecendo as águas



seres que se locomovem arrastando-se no solo



erficiais e permitindo, assim, a proliferação de algas

fotossintetizantes e, conseqüentemente, de animais. Nesses marinho.

Assim, seres bentônicos podem ser



ressurgência, há abundância de peixes, como sésseis ou
Os sésseis vivem afixados



na costa do Peru e, em menor intensidade, no Brasil, a um
e estão representados por certas



o de Cabo Frio. Não fosse a existência dessas algas
tópicas, pólipos de celenterados,



s, a maior parte dos minerais, resultante da espongiários
(s), etc. O bênton errante



de decomposição, permaneceriam no fundo dos é formado por
se deslocam sobre o



oceanos, já que elas trazem boa parte desses minerais fundo (solo
marinho), como as estrelas-do-mar,



à superfície iluminada, onde serão utilizados pelos os caranguejos e os
caramujos. produtores. Com isso, a produtividade primária nessas

10/10/2019, 14:00

regiões é elevada, o que torna a região mais fértil e, Os termos
plâncton, nécton e bênton também são

10/10/2019, 14:00

consequentemente, capaz de suportar a presença de empregados para
os organismos que vivem nos ecossistemas

numerosos consumidores. de água doce.

Quanto à motilidade, os organismos que habitam os

oceanos estão distribuídos em três grupos: plâncton, nécton BiOMAS BRASiLEiROS e bênton.

- **Plâncton** – O plâncton (do grego *plankiton*,

Em nosso país, os biomas ou formações fitogeográficas

errante) é constituído por seres flutuantes

mais importantes, pela área que ocupam e pela composição que são carregados passivamente pelas ondas

e correntes. Alguns organismos plancônicos da vegetação característica, são: a Floresta Amazônica,

podem até ter movimentos próprios, mas não são as Florestas Pluviais Costeiras (Mata Atlântica), a Mata de

capazes de vencer a força das correntes e das Araucária, os Campos Cerrados, os Campos, a Caatinga,

ondas e, por isso, acabam sendo carregados. a Mata dos Cocais e o Complexo do Pantanal.

Frente C Módulo 21

Ao contrário do que se pensou durante muito tempo, o solo da Floresta Amazônica não é rico em nutrientes minerais. De fato, a maior parte do solo é pobre nesse tipo de nutrientes, devido à rápida decomposição e ao reaproveitamento da matéria orgânica que cai no solo. O grande número de raízes existente nesse solo absorve rapidamente os nutrientes originários da decomposição, que então passam para o corpo da planta. Assim, quase todos os nutrientes minerais estão nas partes do vegetal e não no solo. A densa cobertura Floresta vegetal contribui para amenizar a queda das gotas de Amazônia chuva, diminuindo seu efeito erosivo e, conseqüentemente, Mata Atlântica o carreamento dos minerais. É por isso que o desmatamento da Floresta Amazônica pode levar ao empobrecimento do Zona dos Cocais solo, tornando-o inadequado para a agricultura. Mata de Araucárias Sua fauna também é bastante exuberante e diversificada. Campos Entre os mamíferos, temos a anta, a onça-pintada, macacos, tamanduás, preguiças, tatus, gambás. Aves diversas, répteis Cerrados e insetos também são abundantes nessa fauna. Caatinga

Pantanal Mata Atlântica

Fonte: Atlas geográfico escolar.

Distribuição original dos biomas brasileiros Estende-se, originalmente, ao longo da costa, desde

o Rio Grande do Norte até quase o extremo sul do país,

Floresta Amazônica (Hileia acompanhando a cadeia de montanhas de nosso litoral

(Serra do Mar). Corresponde a, aproximadamente, 6% do

Amazônica) território nacional, embora nas últimas décadas tenha sido muito devastada com a ocupação e introdução de áreas

Ocupando cerca de 40% do território brasileiro (cerca de agricultura.

de 3,5 milhões de km²), é uma floresta tipicamente pluvial É também uma Floresta Pluvial Tropical típica, classificada

tropical, onde se pode reconhecer a mata dos igapós, a mata por alguns como Floresta Pluvial Costeira, semelhante à

das várzeas e a mata de terra firme. Floresta Amazônica em muitas de suas características.

A mata dos igapós, situada próxima aos rios, encontra-se A diferença mais expressiva entre elas está na topografia

permanentemente alagada, abrigando plantas como a vitória- do terreno que ocupam: a Floresta Amazônica situa-se em

regia, aguapés, palmeiras diversas e vários tipos de gramíneas. ampla planície, enquanto a Mata Atlântica é mais íngreme

A mata das várzeas, situada entre a mata dos igapós e a da e ocorre em regiões montanhosas.

terra firme, é inundada apenas durante as épocas de cheias dos A cadeia de montanhas da Serra do Mar atua como uma

rios e abriga plantas como a seringueira (cujo tronco pode chegar barreira aos ventos úmidos que sopram do mar. Estes,

a até 3 m de diâmetro na base e cuja altura pode chegar a 50 m), ao atingirem as montanhas, sobem e sofrem resfriamento,

o cacaueiro e palmeiras diversas. havendo condensação de vapor-d'água, que se precipita em

A mata de terra firme, situada nos terrenos altos e nunca forma de chuva. Assim, tem-se uma região úmida o suficiente

inundada, abriga vegetais como a castanheira (castanha- para suportar essa densa mata. do-pará), o guaraná, o pau-rosa, cipós e muitas epífitas. A vegetação lembra a da Floresta Amazônica, embora

menos exuberante, sendo constituída, predominantemente,

(superiores a 1 800 mm/ano) e as temperaturas médias por higrófitas. Também possui árvores de grande porte As precipitações são bem distribuídas no decorrer do ano

anuais ficam em torno de 25 a 28 °C. A temperatura (não tão altas quanto as da Amazônia) ligadas por lianas

apresenta pequena variação entre o dia e a noite. (cipós) e com grande número de epífitas. Entre as árvores,

no estágio clímax, e com um grande número de nichos Trata-se de um ecossistema de grande complexidade, o pau-brasil, o jacarandá, a peroba, o ipê, a quaresmeira e as espécies mais representativas são: a canela, o jequitibá,

diversas palmeiras, muitas delas, inclusive, exploradas para ecológicos. Apesar de se falar de um clima geral, existem

a extração do palmito. Inúmeras espécies de samambaias,

muitos microclimas devido à estratificação da vegetação.

musgos e avencas também são encontradas.

Assim, se partimos das copas mais altas em direção ao

chão, a ventilação, a luminosidade, a umidade do ar e a A fauna também é semelhante à amazônica. Aí encontramos

temperatura sofrem variações. macacos, preguiças, onças, jaguatiricas, cachorros-do-mato,

porcos-do-mato, papagaios, araras, tucanos, cobras,

A Floresta Amazônica tem grandes árvores, de folhas

lagartos,
insetos, etc.

largas (latifoliadas) que não caem no inverno (perenifólias).

De um modo geral, pode-se dizer que a vegetação dessa Entre os ecossistemas brasileiros, a Mata Atlântica é um

floresta é higrófitas, isto é, formada por plantas adaptadas a dos mais devastados. De fato, dos 350 000 km² de área que viver em locais com muita umidade. Não se deve confundir possuía à época do Descobrimento, restam apenas 10 000 km²,

higrófitas com hidrófitas (planta que se desenvolve dentro da ou seja, 5% da área inicial. Com essa devastação, suas

água, como a vitória-régia). espécies vegetais e animais vivem ameaçadas de extinção.

66 Coleção Estudo

Ecossistemas

Floresta ou Mata de Araucárias Essa

vegetação apresenta algumas características xeromórficas, isto é, de xerófitas, tais como caules

Localizada no Sul de nosso país, estende-se pelos estados tortuosos com casca grossa e folhas espessas com superfície

do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo muitas vezes brilhante. Por causa disso, acreditava-se

O clima da região é subtropical, com chuvas regulares e água. Por outro lado, no Cerrado existem também plantas estações relativamente bem-definidas, em que o inverno com características típicas de lugares úmidos: folhas também conhecida por Mata dos Pinhais ou Zona dos Pinhais. antigamente que o fator limitante nessa região era a

é normalmente frio, com geadas frequentes, e o verão,

largas, produção de flores e brotos em plena estação da

camada contínua, como ocorre na Floresta Amazônica e na seca. Isso desencadeou uma série de estudos sobre esse razoavelmente quente. As copas das árvores formam uma

Mata Atlântica. Por serem mais abertas, são menos úmidas bioma que demonstraram que, na realidade, a água não

do que as Florestas Pluviais Tropicais. é o fator limitante do Cerrado. Descobriu-se que o solo,

mesmo na estação seca, contém um teor apreciável de

do-paraná (*Araucaria angustifolia*), que pode atingir até umidade, a partir dos 2 metros de profundidade, e que A vegetação é formada predominantemente pelo pinheiro-

30 metros de altura e 1,5 m de diâmetro. Como é uma as raízes de muitas plantas aprofundam-se nesse solo

heliófito (planta de Sol), os ramos mais baixos da araucária, até atingir o lençol-d'água subterrâneo, retirando dele a

que ficam na sombra, são eliminados, permanecendo a água necessária para sua sobrevivência. Conseguiu-se

ramificações apenas no topo de seus troncos, o que lhes entender,

então, por que, ao lado das características

confere um aspecto de guarda-sol. xeromórficas de algumas plantas, havia outras típicas

Além das araucárias, aí também aparecem pinheiros de ambientes ricos em água.

do gênero *Podocarpus* (utilizado na fabricação de lápis),

samambaias, erva-mate (planta utilizada para fazer infusões)

Atualmente, explica-se o aspecto xeromórfico de muitas

e gramíneas. Assim, distinguimos três estratos de vegetação plantas do Cerrado em função da escassez de nutrientes do solo

bem definidos: o arbóreo, constituído pelos pinheiros, e não da falta de água. É, portanto, um pseudoxeromorfismo

o arbustivo, constituído por samambaias arborescentes, (falso xeromorfismo). A deficiência de nutrientes no solo

e o herbáceo, constituído pelas gramíneas. dificulta muito a síntese de proteínas, e o excesso **A**

uma Floresta Temperada Indecídua, uma vez que as plantas

Alguns autores classificam a Mata de Araucárias como de carboidratos produzidos pelas plantas acaba se acumulando gí em estruturas que lhes dão aspectos xeromórficos:

dominantes (pinheiros-do-paraná) não perdem suas folhas súber espesso, cutículas grossas, muito esclerênquima. **OLO**

durante o inverno. Fala-se, então, que essa vegetação do Cerrado

possui um **Bi**

Atualmente, a Mata de Araucárias é um ecossistema escleromorfismo oligotrófico, ou seja, as plantas apresentam praticamente extinto. Em virtude da exploração do endurecimento das estruturas devido à falta de nutrientes pinheiro-do-paraná pelas companhias madeireiras, existem em níveis adequados. Ao que tudo indica, a quantidade hoje apenas 200 000 hectares dessa floresta, que se elevada de alumínio no solo do Cerrado também agrava estendia, na primeira metade do século XX, por cerca de o escleromorfismo oligotrófico da vegetação. 4 milhões de hectares.

As queimadas ocorrem naturalmente, com certa

Campos Cerrados

frequência. Entretanto, muitas plantas típicas desse bioma possuem uma resistência maior à ação do fogo, sendo

Ocupam, aproximadamente, 25% do território brasileiro, capazes de refazer em poucas semanas a vegetação ocorrendo principalmente na região Centro-Oeste (Goiás, verde, substituindo o tom cinza deixado pela queimada. Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Minas Gerais, São Paulo, Essa resistência deve-se a certas adaptações que essas Bahia, Maranhão e Piauí. plantas possuem. Entre elas, destacamos:

O clima na região é quente (média anual de 26 °C) com duas

- I. A espessa camada externa de cortiça nos caules estações: uma seca, bem pronunciada, que pode perdurar de que, funcionando como um isolante térmico, protege diminuída, e outra chuvosa, abrangendo os meses de verão. as gemas,

de onde originam-se novos ramos, após 5 a 7 meses, na qual os rios não secam, porém tem sua vazão

O solo é arenítico, geralmente muito profundo, e sua grande cessar o fogo. permeabilidade permite a infiltração fácil da água que, ao

II. Muitas plantas possuem raízes que crescem

encontrar rocha impermeável, forma um lençol subterrâneo.

lateralmente próximas à superfície do solo e, como a

As camadas de terra adjacentes a esse lençol são também

úmidas, de maneira que a seca de inverno atinge somente as ação do fogo na superfície é pouco sentida sob o solo,

camadas mais superficiais. É também um solo ácido, pobre em essas raízes permanecem vivas. nutrientes minerais e com alta taxa de alumínio, substância

III. Algumas plantas possuem xilopódios, caules

muito tóxica para a vegetação.

subterrâneos especiais, de cujas gemas brotam novos

O Cerrado é um tipo de Savana. Sua vegetação é ramos após cessar o fogo.

composta de pequenas árvores esparsas, arbustos

e gramíneas. Entre as plantas típicas desse bioma, podemos Segundo especialistas, o solo do Cerrado pode ser

citar a lixeira, o pau-terra, a sucupira, a peroba-do-campo, utilizado para a agricultura intensiva, desde que seu pH seja

o pequi, a copaíba, o angico, a caviúna, o barbatimão corrigido pela adição de calcário (calagem) e que se faça

e gramíneas, como o capim-flecha e a barba-de-bode. uso de fertilizantes adequados.

Frente C Módulo 21

Entre os mamíferos da região, consumidores de primeira Entre os representantes da fauna, estão veados, guará,

ordem, destacam-se os veados e uma grande variedade guaxinim, tatus e tamanduás (que se alimentam de formigas

de roedores (capivara, paca, cutia, preá). Consumidores e cupins), diversas espécies de cobras e aves de rapina.

de segunda ordem são a onça-parda, o cachorro-do-mato

Alguns autores classificam a Caatinga como uma Floresta e o lobo-guará, que é o maior dos canídeos brasileiros.

Tropical
Caducifólia.

Os restos deixados pelos predadores são consumidos

por aves de rapina, entre as quais destaca-se o gavião. **Mata dos Cocais (Zona dos Cocais)**

Outros predadores, além dos mamíferos, são as numerosas

cobras e as corujas. Aves corredoras, como emas e Ocupando grande parte dos estados do Maranhão e do

seriemas, vivem também nesse bioma. Nas áreas nuas, Piauí, atingindo também o Rio Grande do Norte, a Mata

formigueiros e cupins formam elevações. dos Cocais é uma formação fitogeográfica exclusivamente

Campos brasileira. Constitui uma zona de transição entre a Floresta

Amazônica e a Caatinga.

Ocupam boa parte do Rio Grande do Sul, onde são conhecidos A vegetação é formada, predominantemente, por

como Pampas e representam uma área de grande importância palmeiras, como o babaçu, a carnaúba e o buriti.

econômica para a agricultura e a pecuária da região. Os babaçuais são matas densas, com árvores de 10 a 15

São formações de campos limpos, com uma distribuição óleos; os carnaubais apresentam vegetação espaçada com metros, que produzem pequenos cocos de onde se extraem

regular de chuvas, apresentando verão quente e inverno árvores de até 20 metros. Das sementes da carnaúba, muito frio. extraem-se óleos comumente utilizados na fabricação de

A vegetação é formada, predominantemente, por gramíneas. margarinas; das folhas dessa palmeira obtêm-se ceras

A ocorrência de árvores e arbustos é rara, embora algumas empregadas em cremes de polir; sua madeira é usada em

árvores possam ser encontradas esparsamente distribuídas, construção e a palha serve para fabricar cestos, tapetes e

como a unha-de-gato, o pau-de-leite e a sombra-de-touro. outros objetos, além de ser utilizada na cobertura de casas.

A fauna apresenta alguns animais típicos: roedores,

Pantanal Mato-grossense

raposa-do-campo, gato-do-pampa e guaraxaim.

Embora sejam bastante utilizados como terras de cultivo,

(Complexo do Pantanal)

os Campos prestam-se muito à pastagem, permitindo a

Localizado no oeste dos estados de Mato Grosso do Sul

existência de uma pecuária desenvolvida.

e Mato Grosso, o Complexo do Pantanal é uma região plana,

Caatinga onde os rios da bacia do Rio Paraguai extravasam suas águas

nos meses de cheia, inundando extensas áreas. Mesmo

nos meses mais secos, muitas regiões ainda permanecem

A Caatinga (do tupi, mata branca) localiza-se no Nordeste

alagadas, dando origem a pequenas lagoas intermeadas

de nosso país e ocupa cerca de 11% da superfície do

por terra
firme.

território brasileiro.

A vegetação é heterogênea, extremamente diversificada,

irregulares e temperatura média elevada. A estação seca sua designação: Complexo do Pantanal. Nas regiões baixas é superior a sete meses por ano. Os rios, em sua maioria, e alagadas, encontramos plantas aquáticas, como aguapés Apresenta clima semiárido, com chuvas escassas e com aspectos de Cerrado, Campos e Floresta,

justificando a

secam no verão. Essa escassez de água constitui um grande e vitória-régia. Nas margens das lagoas e dos rios, existe fator limitante da vida animal e vegetal na região. uma rica vegetação de brejo; nas áreas mais secas, a

A vegetação é formada por xerófitas, isto é, por plantas vegetação apresenta características do Cerrado. Existem

adaptadas ao clima seco. Tais adaptações seriam a ainda Florestas, com predomínio de figueiras, embaúbas,

transformação de folhas em espinhos em algumas espécies, palmeiras e aroeiras.

a presença de folhas cerificadas, o rápido mecanismo de Existe uma ampla fauna aquática, constituída de moluscos,

abertura e fechamento dos estômatos, raízes profundas crustáceos e diversas espécies de peixes (dourado, pacu,

e portadoras de parênquima aquífero, que procuram jaú, pintado, surubim, piau, piranhas, etc.), que garante a

Está representada por cactáceas, arbustos e pequenas as quais se destacam garças, tuiuiús, saracuras, urubus-rei, árvores. Entre as cactáceas, destacam-se o mandacaru, emas, seriemas e muitas outras. Existem mais de 230 alcançar os lençóis de água subterrâneos, entre outras. existência de uma variadíssima comunidade de aves, entre

o xique-xique, a coroa-de-frade e o facheiro. Os arbustos espécies de aves, sendo a maioria pernalta. normalmente possuem espinhos e perdem as folhas na época mais quente do ano. Por sua vez, algumas plantas Existem grandes répteis nesse bioma, entre eles duas

se caracterizam por terem folhas apenas nos três ou quatro espécies de jacarés: o jacaretinga e o jacaré-do-pantanal,

meses de inverno, que é a estação das chuvas. No resto do que se alimentam de peixes. Das cobras, a espécie mais

tempo, elas ficam sem folhas, e o aspecto da vegetação se impressionante é a sucuri, cobra não venenosa que

torna mais claro, vindo daí o nome “mata branca”. A queda pode atingir até 10 metros de comprimento. Mamíferos

das folhas na estação seca representa também um modo de de destaque são as capivaras (roedores que podem

reduzir a área exposta à transpiração. Perder as folhas em atingir até 70 kg), onças-pardas e pintadas, ariranhas,

certas épocas do ano caracteriza a vegetação caducifólia. tamanduás-bandeira, porcos-do-mato (queixada, cateto),

Entre as árvores, encontramos o juazeiro, a barriguda, várias espécies de macacos e diferentes tipos de veados,

a aroeira, o umbu, a braúna e a maniçoba. entre os quais se destaca o cervo-do-pantanal.

68 Coleção Estudo

Ecosistemas

Manguezais Sabendo-se que a biodiversidade é limitada pelas características típicas dos biomas, assinale a alternativa

Os Mangues, Manguezais ou Florestas de Mangue que apresenta a associação **INCORRETA** entre bioma

localizam-se às margens dos oceanos, geralmente em e vegetação característica.

estuários (loais onde os rios se encontram com o mar). A) Savana – plantas caducifólias e pouca chuva. Possuem um solo lodoso, mal-arejado, salino, periodicamente

B) Taiga – gimnospermas e pouca chuva.

inundado por água salobra (uma mistura das águas de um

rio com as águas salgadas), o qual limita o número de

espécies de plantas. A vegetação predominante é arbórea, D) Florestas
Tropicais – plantas perenifólias e muita chuva.

formada por halófitas (plantas adaptadas à sobrevivência

em ambientes com alta salinidade). Algumas dessas
plantas, **02.** (OSEC-SP) Um determinado bioma terrestre está como a
Rhizophora mangle (mangue-vermelho), possuem representado por uma
série de características descritas

raízes-escora que ajudam na fixação no solo lodoso; outras, a seguir:
situa-se na Europa e na América do Norte, nas

como a *Avicennia tomentosa* (mangue-preto), possuem regiões de clima
temperado, onde as quatro estações

pneumatóforos (raízes respiratórias) que captam oxigênio

do ano são bem características. As árvores que aí vivem

do ar, para compensar o baixo teor de O do solo. 2 mostram poda natural
no outono, voltando suas folhas na

Além de amortecer os impactos das marés e reter primavera. Essa poda
facilita sua vida durante o período

sedimentos trazidos pelos rios, evitando o assoreamento do inverno. Aí
vivem musgos, ervas, arbustos, carvalhos,

das praias, os Manguezais são locais para a reprodução etc., ao lado de
certos animais como insetos, muitas aves,

de um grande número de animais marinhos (caranguejos, esquilos,
veados, javalis, raposas, doninhas, etc. camarões, ostras e várias espécies de
peixes). Os peixes,

A alternativa que indica o nome desse bioma é

normalmente, ao completarem seu desenvolvimento,

abandonam o Mangue, mas algumas espécies de caranguejo A) Taiga. D)
Floresta Tropical. **A**

e as ostras permanecem nele a vida toda. Além de serem B) Floresta Temperada. E) Campos. **gi** “berçários” (área de procriação) de várias espécies, os C) Tundra.

Manguezais também contribuem para a comunidade marinha **OLO** costeira, fornecendo grande parte dos nutrientes de que **03.** (PUC Minas) Relacione a primeira coluna com a segunda: **Bi** ela necessita. Aves, como garças, gaivotas, flamingos e até

1. Campo
- alguns mamíferos, como o guaxinim, têm no Mangue uma
2. Savana
- importante fonte de alimento.
3. Tundra
4. Floresta

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 5. Deserto () Bioma circumpolar, cuja vegetação é constituída

01. basicamente por líquens. Plantas herbáceas crescem

(Unimontes-MG) A figura a seguir representa os

e frutificam rapidamente no verão.

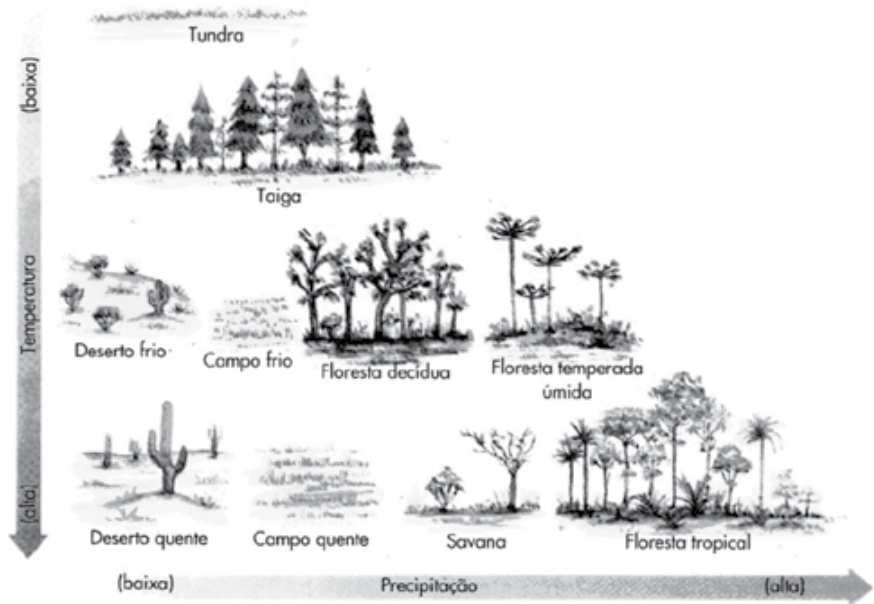
principais biomas terrestres em relação à temperatura e

() Possui vários estratos vegetais. Sua composição varia

à precipitação.

de acordo com a altitude e com o índice pluviométrico.

As árvores podem atingir mais de 35 metros.



Tundra () Encontra-se em todo o mundo. O tipo de vegetação



predominante são as plantas herbáceas e de pequeno



(baixa) porte.

.

() Vegetação que se encontra muito espalhada, com



a áreas nuas entre as regiões de vegetação. As plantas Taiga

atur suculentas armazenam água e seu sistema radicular



é muito espalhado.

Temper Deserto Campo () Possui árvores dispersas. O índice pluviométrico varia Floresta temperada frio Floresta frio úmida decídua entre 1 000 e 1 500 mm anuais. Existência de estação

seca prolongada.

(alta) Assinale a alternativa que contém a relação **CORRETA**



Deserto Campo Savana Floresta encontrada. quente quente Tropical



(baixa) Precipitação (alta) A) 3, 4, 1, 5, 2 D) 2, 4, 1, 3, 5



B) 2, 5, 3, 4, 1 E) 3, 1, 2, 4, 5



AMABIS, 1999. C) 1, 3, 2, 5, 4



Editora Bernoulli 69





■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

.

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■

■



■



■

■

■

■

■

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

•

■

•

■

•

•

■

•

•

•

•

■

■

■

•

•

■

■

■

•

•

■

■

•

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■



Frente C Módulo 21

04. (VUNESP) Assinale a alternativa que representa, em **03.** (UFC–2006) A importância dos Manguezais, como

ordem crescente, os ecossistemas com maior diversidade ecossistemas relacionados à produtividade marinha,

de vida. deve-se

A) Floresta Tropical Pluvial, Tundra, Taiga, Floresta A) à alta diversidade de fanerógamas, principalmente

Temperada Caducifólia. de espécies com estrutura radicular complexa, que permite a estabilização dos solos costeiros.

B) Tundra, Taiga, Floresta Tropical Pluvial, Floresta B) à baixa oxigenação do substrato e à predominância de

Temperada Caducifólia. bactérias anaeróbicas, responsáveis por processos

C) Taiga, Tundra, Floresta Tropical Pluvial, Floresta de liberação de nutrientes.

Temperada Caducifólia. C) às complexas interações entre algas e fungos,

permitindo a ocupação de solos inundados e a

D) Taiga, Floresta Temperada Caducifólia, Tundra,

decomposição da matéria orgânica presente.

Floresta Tropical Pluvial.

D) à utilização da matéria orgânica por anelídeos,

E) Tundra, Taiga, Floresta Temperada Caducifólia, moluscos bivalves e crustáceos, que atuam como

Floresta Tropical Pluvial. decompositores.

E) à grande diversidade de organismos epifíticos,

05. (UFMG) A qual das regiões fitogeográficas brasileiras se responsáveis pela alta produção de matéria orgânica.

• **04.** (PUCPR) Os animais e vegetais apresentam, geralmente, Presença de duas estações: uma seca e uma chuvosa. referem as características:

• adaptações morfofisiológicas, a fim de sobreviverem num Solo muito permeável, com baixo teor de nutrientes

e baixo pH. determinado biociclo terrestre (Epinociclo).

• Presença de lençóis de água a grande profundidade. Analise as características a seguir enunciadas:

• Vegetação constituída por gramíneas e plantas de • Dos vegetais: redução da superfície foliar, estômatos

pequeno porte, com galhos retorcidos, casca espessa com ação mais rápida e capacidade de armazenamento

e folhas coriáceas. de água.

A) Caatinga • Dos animais: formação de urina e fezes concentradas,

escassez ou ausência de glândulas sudoríparas e

B) Cerrado capacidade de utilização de água metabólica.

C) Pantanal As adaptações anteriormente descritas são características

D) Campina dos vegetais e animais que habitam

E) Mata Atlântica A) as Florestas Temperadas Decíduas.

B) a Taiga.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

C) as Florestas Tropicais. D) os Desertos.

E) as Tundras.

01. (PUC Minas) As coníferas são mais comuns em

A) Pradaria. **05.** (FUVEST-SP)

B) Taiga. biológica que as Temperadas. I. As Florestas Tropicais possuem maior diversidade

C) Deserto. II. As Florestas Tropicais possuem maior diversidade

D) Floresta Tropical. vegetal e menor diversidade animal que as Savanas.

E) Floresta Temperada. III. As Florestas Temperadas possuem maior biomassa

que a Tundra.

02. (PUC-SP) “As plantas mais abundantes são árvores. Altas, só IV. As Savanas possuem maior biomassa que as Florestas

se ramificam perto do topo, de modo que a fronde é elevada Tropicais.

e densa. As folhas das árvores são igualmente amplas, Está **CORRETO** apenas o que se afirma em

espessas e de cor verde-escura com superfícies ventrais A) I e II. C) I e IV. E) III e IV.

brilhantes. As raízes são superficiais e os troncos costumam B) I e III. D) II e III.

ser encorpados perto da base, de modo que fornecem fixação

ampla e firme. Há numerosas trepadeiras lenhosas, cipós **06.** (UFSCar-SP) Bioma caracterizado pelo frio constante em

dependurados das árvores como cabos e epífitas.” que poucas espécies

sobrevivem, como musgos, líquens

O texto anterior descreve o seguinte bioma: e capins surgidos num rápido verão, onde chegam,

de outras regiões, aves migratórias, renas, insetos e

A) Savana Tropical

roedores que saem da hibernação. Temos nesse trecho

B) Floresta Tropical uma caracterização de

C) Cerrado A) Pampas da Argentina. D) Pradarias dos EUA.

D) Caatinga B) Taiga. E) Tundra.

E) Tundra C) Estepes da Rússia.

70 Coleção Estudo

Ecosistemas

07. (UEL-PR-2009) Sobre os biomas brasileiros, assinale o **10.** (UFMS-2010) O Cerrado, que é o segundo maior bioma

que for brasileiro, ocupa aproximadamente 2 milhões de hectares e **CORRETO.**

apresenta grande biodiversidade, devido principalmente à

01. Os Manguezais podem penetrar vários quilômetros

influência de outros biomas com os quais mantém contato

no continente, seguindo o curso de rios, cujas águas

(Floresta Amazônica, Floresta Atlântica, Caatinga, Matas

se misturam com o mar durante as marés cheias. Secas e Pantanal). Entretanto, o Cerrado vem sofrendo

02. O Pantanal Mato-Grossense ou Complexo do Pantanal com grandes desmatamentos desde a década de 70, uma

é uma vasta planície inundável que abriga uma das vez que não é protegido por lei, e sua área plana fez com

mais ricas reservas de vida selvagem do mundo. que fosse considerado o local ideal para o desenvolvimento

de grandes culturas e pastagens. Assim, o Cerrado sempre

04. O estrato ou andar superior das Florestas Amazônica,

foi visto como uma fronteira agropastoril, onde, através

Atlântica e de Araucária é composto de mesmas da correção do solo ácido, tudo se produz. espécies de árvores.

Com relação ao aspecto geral da vegetação do Cerrado,

08. O Cerrado – situado, por exemplo, em Minas Gerais – é **CORRETO** afirmar:

é um tipo de Savana, geralmente com árvores e 01. Apresenta árvores altas, de tronco retilíneo e com

troncos retorcidos. casca lisa.

02. Apresenta árvores baixas, com tronco retorcido

16. A vegetação da Caatinga é formada por plantas com

e casca grossa como proteção ao fogo.

marcante adaptação ao clima seco, como aquelas

04. As folhas são grandes e membranáceas, para realizar

cujas folhas se transformaram em espinhos. maior quantidade de fotossíntese.

Soma () 08. As raízes são superficiais para facilitar a sua fixação.

16. As folhas são pequenas e coriáceas, para evitar

08. a transpiração excessiva. (UFMS-RS) Assinale a alternativa **CORRETA** quanto aos

32. As raízes são profundas para facilitar a absorção de água.

ecossistemas aquáticos.

Soma () **A**

A) O plâncton é constituído por organismos que flutuam

B) Os produtores aquáticos geralmente possuem uma na superfície da água. **11.**

(PUC Minas) O talassociclo compreende os ecossistemas **gi** de água salgada. Nesses ecossistemas, a fotossíntese

C) O nécton é formado por organismos que vivem no biomassa maior que a dos consumidores. ocorre com **MAIOR** eficiência na zona **OLO** A) afótica. C) eufótica. E) abissal. **Bi** B) disfótica. D) batial. fundo-d'água.

D) Tanto o fitoplâncton como o zooplâncton são capazes **12.** (UFRJ) A soma da área superficial de todas as folhas

de realizar fotossíntese. encontradas em 1 m² de terreno é denominada SF.

O gráfico a seguir apresenta a SF de 3 ecossistemas distintos

E) O bênton é constituído por organismos que nadam

(A, B e C). Nesses três ambientes, a disponibilidade de ativamente no meio da coluna-d'água.

luz não é um fator limitante para a fotossíntese.

09. SF 8 (Cesgranrio) Uma pequena lagoa de água doce 7

exemplifica um ecossistema. Sobre os componentes desse 6

ecossistema foram feitas as seguintes afirmativas: 5

I. Neste ecossistema, cada ser vivo é independente dos 3 4

outros. Todas as espécies existentes são capazes de 2 garantir seus meios de sobrevivência sem depender 1

dos componentes do sistema. 0 A B C

II. Nas cadeias alimentares existentes neste ecossistema, Ecossistemas

os produtores devem estar situados nas regiões mais **IDENTIFIQUE** qual dos três ecossistemas corresponde

profundas e sombrias para protegerem-se dos animais a um Deserto, explicando a

características ambientais deste ecossistema.

herbívoros.

III. O Sol é a fonte de energia para todo o ecossistema **13.** (UFPB) Os Manguezais brasileiros estão presentes desde

e a energia solar é transformada, diretamente, em a costa do Amapá até Santa Catarina, tanto na região

energia química pelos seres autotróficos. litorânea quanto dentro dos estuários. Representam

um ecossistema de transição entre os meios aquático e

Assinale, terrestre. O Manguezal é periodicamente inundado pela

A) se somente I for correta. água salobra. A vegetação predominante é arbórea, sendo

B) se somente II for correta. constituída por poucas espécies extremamente adaptadas

ao meio. De acordo com o exposto, **ExPLIQUE**

C) se somente III for correta.

A) uma adaptação da vegetação do Manguezal a este

D) se somente II e III forem corretas. ambiente.

E) se I, II e III forem corretas. B) a importância do Manguezal para a vida marinha.

Editora Bernoulli **71**

Frente C Módulo 21

SEÇÃO ENEM Trechos aleatórios extraídos do relatório do

pesquisador P2: III. “Das palmeiras que predominam nesta região **01.** (Enem–2008) As Florestas Tropicais estão entre os podem ser extraídas substâncias importantes para a

maiores, mais diversos e complexos biomas do planeta. economia regional.”

Novos estudos sugerem que elas sejam potentes

IV. “Apesar da aridez desta região, em que encontramos

umidade para o interior dos continentes, fazendo com muitas plantas espinhosas, não se pode desprezar a reguladores do clima, ao provocarem um fluxo de

que essas áreas de floresta não sofram variações sua biodiversidade.”

extremas de temperatura e tenham umidade suficiente Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/ciencias/ult1686u52>.

pra promover a vida. Um fluxo puramente físico de jhtm.Acesso em: 20 abr. 2010 (Adaptação).

umidade do oceano para o continente, em locais onde Os trechos I, II, III e IV referem-se, pela ordem, aos

não há florestas, alcança poucas centenas de quilômetros. seguintes ecossistemas:

Verifica-se, porém, que as chuvas sobre as florestas

nativas não dependem da proximidade do oceano. Esta A) Caatinga, Cerrado, Zona dos Cocais e Floresta Amazônica.

evidência aponta para a existência de uma poderosa B) Mata de Araucárias, Cerrado, Zona dos Cocais e Caatinga.

“bomba biótica de umidade” em lugares como, por

C) Manguezais, Zona dos Cocais, Cerrado e Mata Atlântica.

exemplo, a Bacia Amazônica. Devido à grande e densa

área de folhas, as quais são evaporadores otimizados, D) Floresta Amazônica, Cerrado, Mata Atlântica e Pampas.

essa “bomba” consegue devolver rapidamente a água E) Mata Atlântica, Cerrado, Zona dos Cocais e Pantanal.

para o ar, mantendo ciclos de evaporação e condensação

que fazem a umidade chegar a milhares de quilômetros

no interior do continente. **gABARiTO**

As florestas crescem onde chove, ou chove onde crescem **Fixação**

as florestas? De acordo com o texto,

A) onde chove, há floresta. 01. A 02. B 03. A 04. E 05. B

B) onde a floresta cresce, chove. **Propostos**

C) onde há oceano, há floresta.

D) apesar da chuva, a floresta cresce.

01. B

E) no interior do continente, só chove onde há floresta.

02. B

02. 03. B (Enem–2010)

04. D

05. B 06.
E

1

07. Soma
= 27

08. A

2 09. C

10. Soma
= 50

11. C

12. O ecossistema B. Uma menor SF diminui a perda

de água por evaporação / transpiração, condição importante para a sobrevivência da planta em um ambiente onde há pouca disponibilidade de água.

13. A) Presença de pneumatóforos ou raízes respiratórias, que crescem para cima e coletam

Dois pesquisadores percorreram os trajetos marcados o O₂ da atmosfera; presença de raízes-escorea

no mapa. A tarefa deles foi analisar os ecossistemas e, ou suporte, que ajudam a fixação da planta no

encontrando problemas, relatar e propor medidas de solo lodoso.

recuperação. A seguir, são reproduzidos trechos aleatórios B) Muitas espécies de animais marinhos utilizam os

extraídos dos relatórios desses dois pesquisadores. Manguezais para sua reprodução. Além disso,

Trechos aleatórios extraídos do relatório do pesquisador P1: eles fornecem nutrientes para a comunidade

I. “Por causa da diminuição drástica das espécies marinha costeira.

vegetais deste ecossistema, como os pinheiros, **Seção**

Enem a gralha azul também está em processo de extinção.”

II. “As árvores de troncos tortuosos e cascas grossas que

predominam nesse ecossistema estão sendo utilizadas 01. B 02. B em carvoarias.”

72 Coleção Estudo **Biologia** Módulo **FRENTE Sucessão ecológica 22 C**

Denomina-se sucessão ecológica o processo natural Vejamos alguns

exemplos de sucessões ecológicas:

através do qual uma comunidade muda gradualmente com A)

Sucessão ecológica iniciada a partir da o decorrer do tempo, até atingir uma situação de maior

superfície de uma rocha nua – A superfície de

estabilidade denominada clímax. uma rocha granítica nua e compacta é extremamente

Alguns autores costumam classificar as sucessões árida, uma vez que tal superfície não absorve água.

ecológicas em primárias e secundárias. Toda a água que a rocha recebe da chuva, por

exemplo, escorre ou evapora rapidamente. Por isso,

• **Sucessão primária** – Ocorre numa área

são pouquíssimos os seres vivos que conseguem se anteriormente sem vida. Representa a ocupação

instalar nesse local e se desenvolver. Praticamente, por seres vivos de uma área ou superfície até então

só os líquens (associação mutualística de algas com nua. É o que acontece, por exemplo, quando há o

fungos) conseguem se instalar e se desenvolver aparecimento de espécies vegetais numa região cujas

na superfície de uma rocha nua. Assim, sorédios condições não são inicialmente favoráveis, como (fragmentos de líquens) transportados pelo vento,

dunas de areia, rochas nuas ou derrame de lavas ao caírem sobre a superfície da rocha nua, se instalam

vulcânicas. e desenvolvem-se, iniciando o povoamento

• **Sucessão secundária** – Ocorre numa área daquela região. Dessa

forma, os líquens constituirão

abandonada, onde, anteriormente, já havia uma comunidade pioneira na superfície da rocha.

comunidade que, por algum motivo, foi destruída. Uma vez instalados, os líquens começam a liberar

Essa área pode ser, por exemplo, um campo de cultivo sobre a superfície da rocha certos ácidos orgânicos

abandonado ou uma floresta após um incêndio. que, lentamente, vão degradando a superfície,

abrindo pequenas fendas, onde começam a se

ETAPAS DA SuCESSÃO

depositar partículas de terra e areia trazidas pelo

vento, formando-se aí um microssolo, que passa

a reter pequenas quantidades de água. Nesse

Numa sucessão gradual de comunidades numa mesma

microssolo, começam a se acumular restos de líquens

região, distinguem-se as seguintes fases ou etapas: ecese,

mortos, o que permitirá a ação de decompositores e, séries e clímax (homeostase).

consequentemente, o enriquecimento do meio com

- **Ecese (ecésis)** – É a etapa inicial do processo certos nutrientes minerais. Observe que a instalação

de sucessão. As espécies de seres vivos que da comunidade pioneira, representada pelos líquens,

participam dessa etapa são chamadas de espécies provoca alterações na superfície da rocha, criando

pioneiras. Estas produzem modificações no meio novas condições
abióticas, que permitirão a instalação

abiótico da região, criando condições para a instalação de outras
espécies. Assim, trazidos pelo vento,

de outras espécies de seres vivos. esporos de musgos (briófitas) podem
se instalar

nesse microssolo úmido. Os musgos são vegetais que

• **Séries (seres)** – São as diferentes comunidades que só alcançam
poucos centímetros de altura, não têm

surgem na região entre o estágio inicial (ecese) e final raízes
verdadeiras e não exigem solos profundos.

(clímax) de uma sucessão, isto é, são as comunidades

Os musgos, quando morrerem, junto com maior
intermediárias entre a ecese e o clímax.

quantidade de terra, água e nutrientes minerais

• **Clímax** – É o estágio final de uma sucessão ecológica. retidos nas
fendas, formarão um solo mais espesso,

Nesse estágio, a comunidade atinge o seu máximo o que permitirá o
desenvolvimento de novas espécies,

desenvolvimento, que é sempre compatível com como as
gramíneas.

as condições físico-químicas do meio. Mudanças As raízes das
gramíneas promoverão o aparecimento

drásticas nos fatores do ambiente (incêndios, de novas fendas,
aumentando e aprofundando

erupções vulcânicas, grandes mudanças climáticas, os espaços e
facilitando a formação de bolsas de terra

desastres ecológicos) podem alterar o equilíbrio cada vez maiores e
mais profundas, onde começam

da comunidade clímax. a aparecer arbustos e, posteriormente, árvores.

Frente C Módulo 22

Assim, o local que no passado era apenas a superfície. Com o estabelecimento da comunidade das

nua (despovoada) de uma rocha, após certo tempo, gramíneas, pequenos animais (insetos, aranhas,

torna-se um solo onde cresce e se desenvolve uma etc.) começam a se instalar na região. As excretas

comunidade mais estável e predominantemente orgânicas desses pequenos animais, bem como

arbórea, que persiste até que uma mudança seus cadáveres e os restos orgânicos das gramíneas

no ambiente, natural ou provocada pelo homem, (pedaços de folhas, raízes, etc.) vão se acumulando

perturbe o seu equilíbrio. no ambiente, o que propicia o surgimento de

decompositores (bactérias, fungos). Estes, por sua

Sucessão ecológica primária vez, enriquecem o solo com mais nutrientes minerais

Ecose Séries Clímax através da atividade de decomposição. Além disso,

Líquens os restos orgânicos que se acumulam no solo → Musgos → Gramíneas → Arbustos → Árvores

retêm mais umidade. As gramíneas fazem também

Nesse exemplo de sucessão ecológica, os líquens foram a ecese, uma sombra sobre a superfície do solo e, assim,

isto é, a etapa inicial do processo, enquanto a comunidade a luz e o calor que

chegam diretamente a ele são

predominantemente arbórea constitui o clímax. As comunidades

reduzidos. Isso contribui ainda mais para aumentar
dos musgos, das gramíneas e dos arbustos, que apareceram

a umidade, uma vez que diminui a evaporação da
entre o início (ecese) e o final (clímax), foram as séries dessa

sucessão. É bom lembrar que, em qualquer sucessão ecológica, água da superfície do
solo. As raízes das gramíneas

as mudanças das comunidades vegetais são acompanhadas também ajudam a
segurar a terra, evitando que

também por mudanças nas comunidades de animais. esta seja carregada com
facilidade pelos ventos.

Com isso, o solo torna-se mais compacto.

B) Sucessão ecológica em uma região que sofre

desmatamento – Uma região de mata, cuja A instalação e o
desenvolvimento da comunidade

comunidade vegetal é formada predominantemente pioneira,
representada pelas gramíneas, provocaram

por árvores, sofre desmatamento e, em seguida, alterações nas
condições ambientais. Ou seja,

é abandonada. Com a remoção de toda a cobertura a cobertura
vegetal dessas plantas passou a proteger

vegetal, o solo da região ficou totalmente exposto o solo contra
a ação direta do vento e das enxurradas,

às ações do Sol, dos ventos e das chuvas. Esse solo evitando a
continuidade do processo de erosão

nu fica, portanto, mais sujeito à evaporação da e contribuindo
para a renovação do húmus e para

água e, conseqüentemente, torna-se mais seco. a manutenção
da umidade. Paralelamente, a ação conjunta dos ventos e das

chuvas retira a camada de húmus (matéria orgânica Com essas novas condições ambientais (solo mais

em decomposição, rica em elementos nutritivos compacto, mais úmido e enriquecido com

para as plantas), tornando o solo mais estéril. mais nutrientes minerais), espécies vegetais

A ação dos ventos, das chuvas e notadamente das que anteriormente não tinham condições de

águas correntes sobre a superfície da terra favorece, se instalar nesse local podem, então, se estabelecer.

também, a erosão. Assim, surge aos poucos uma nova comunidade

vegetal formada por ervas diversas, que vão

Veja que, em consequência do desmatamento, se desenvolvendo e ganhando das gramíneas

as condições abióticas do solo foram modificadas. a competição pela luminosidade. Atraídas pelas

O solo, agora seco, pobre em nutrientes minerais, ervas, surgem novas espécies de animais. A feição

com rachaduras, exposto totalmente às ações da comunidade vai, então, se alterando, de modo

do Sol, chuvas e ventos, torna-se um ambiente que, depois de algum tempo, a comunidade vegetal,

hostil, onde poucas espécies de organismos

inicialmente formada pelas gramíneas, é substituída conseguem se instalar e sobreviver. Entretanto,

por uma comunidade vegetal herbácea (ervas).

na natureza, existem espécies de seres vivos menos

“exigentes”, dotados de grande tolerância em A comunidade herbácea também irá provocar

relação a diferentes adversidades ambientais e que, alterações nas condições ambientais. Como é pouco

por isso, conseguem se desenvolver em lugares onde mais desenvolvida em porte que a comunidade

poucos viveriam. Assim, sementes de gramíneas, anterior das gramíneas, sua cobertura reduz ainda

trazidas pelo vento, podem chegar até essa área mais a quantidade de luz e calor que chega à

onde houve o desmatamento e iniciar novamente superfície do solo, contribuindo, assim, para torná-lo

seu povoamento. Essas gramíneas serão as espécies mais úmido. Suas raízes também seguram mais a

pioneiras, formando a comunidade ecese. terra, tornando o solo ainda mais compacto e firme.

74 Coleção Estudo

Sucessão ecológica

Com isso, arbustos podem se instalar na região e, Esse fato, associado ao carregamento de material

então, gradativamente, a comunidade herbácea vai das áreas vizinhas (terra, folhas mortas, troncos,

sendo substituída por uma comunidade arbustiva. etc.) pelas águas das chuvas, determina uma

Esta, por sua vez, lentamente cede lugar para diminuição gradual da profundidade da lagoa, que

o desenvolvimento de uma comunidade arbórea vai se tornando cada vez mais rasa. Começa, então,

semelhante à que existia na região antes de ocorrer a surgir uma

vegetação emergente e, aos poucos,

o desmatamento. Essa comunidade arbórea constitui a lagoa
transforma-se em um pântano ou brejo, com

o desenvolvimento máximo da vegetação compatível fauna e flora
próprias. Com o constante acúmulo

com as condições ambientais da região, isto é, de material no fundo, a
lagoa acaba desaparecendo

o clímax. e tem início, na área, a instalação de plantas

terrestres. No início, aparecem as gramíneas;

Sucessão ecológica secundária à medida que o solo vai ficando mais
firme, surgem

plantas de porte um pouco maior, como os arbustos,

Ecose Sérias Clímax

e, por fim, árvores, que acabam formando uma

Gramíneas → Ervas → Arbustos → Árvores comunidade arborícola típica de
uma Floresta.

Evidentemente, à medida que a comunidade vegetal

vai mudando num processo de sucessão ecológica,

a comunidade animal da região também se altera; recém-formada Lagoa

uma comunidade vegetal arbórea, por exemplo, A

pode abrigar animais arborícolas, que não teriam Deposição de organismos

mortos **A**

condições de se estabelecerem numa comunidade **gi**

de gramíneas.

C) Sucessão em uma lagoa – Logo após a sua formação

OL

natural, a água de uma lagoa é normalmente límpida, Plantas

Bi

radiculares

sem vida, com o fundo desprovido de vegetação. submersas B O
fitoplâncton, formado por algas microscópicas,

é a primeira forma de vida vegetal a se instalar;

em seguida, surgem os animais microscópicos

do zooplâncton. Esses organismos, ao morrerem,

vão se acumulando no fundo, propiciando o processo

de decomposição, que enriquece a água com

nutrientes. O aumento de nutrientes nas águas de Plantas

uma lagoa é denominado eutrofização (eutroficação) C emersas

e favorece a proliferação de outras espécies de

vegetais e animais. Uma lagoa eutrófica (que alimenta

bem) é geralmente uma lagoa pouco profunda, de

águas esverdeadas (ricas em algas) e pobre em O₂. Já uma
lagoa oligotrófica (que alimenta mal) é pobre

em nutrientes, geralmente profunda, de águas

límpidas e rica em O₂. Os primeiros estágios de uma 2

lagoa representam oligotrofia, e aos poucos ocorre Floresta

a eutrofização. D

O acúmulo de matéria orgânica em decomposição

no fundo da lagoa cria uma camada de solo mais

fértil, que permite o estabelecimento de plantas *Sucessão ecológica em uma lagoa* – (A) ecese, (B) e (C) séries,

radiculares (plantas com raízes). As raízes dessas (D) clímax. Nesse exemplo, a comunidade do fitoplâncton,

plantas ajudam a segurar o solo da lagoa, ao mesmo formado por algas microscópicas, constitui a comunidade

tempo que as partes mortas dessas plantas também pioneira, enquanto a comunidade arborícola do tipo Floresta

contribuem para o aumento de nutrientes na lagoa. representa a comunidade clímax.

Editora Bernoulli 75

Frente C Módulo 22

CARACTERÍSTICAS DE uMA O quadro a seguir mostra as principais características da comunidade no decorrer de uma sucessão:

SuCESSÃO

sucessão ecológica apresenta as seguintes características: Partindo do estágio inicial (ecese) para o final (clímax), uma Características da Tendências da sucessão: do estágio inicial até o comunidade clímax

Aumento da diversidade de Diversidade de espécies Aumenta

espécies ou diversidade biológica

(biodiversidade)

Biomassa Aumenta

A diversidade inicial é baixa, havendo, normalmente, Teia alimentar
Torna-se mais complexa

predomínio de autótrofos. Ao longo da sucessão, há aumento

na diversidade e no número de espécies heterotróficas. $PB/R > 1$ nos
estágios

Relação PB/R iniciais, tendendo para 1 na

No clímax, a diversidade é alta e estável. comunidade clímax

Aumento da complexidade da

Produtividade líquida (PL) Diminui

teia alimentar

Diminui, pois a

No decorrer da sucessão, em consequência do aumento produtividade
líquida Relação produtividade líquida

/
biomassa

da diversidade de espécies e do surgimento de novos nichos (PL /
biomassa) diminui e a biomassa

aumenta

ecológicos, a teia alimentar se torna cada vez mais complexa.

Aumento da biomassa

Como vimos nos

diferentes exemplos, numa sucessão

ecológica, diversas comunidades são formadas com o decorrer do tempo. Cada estágio modifica o meio abiótico, A biomassa ou matéria orgânica aumenta com a sucessão, possibilitando a instalação e o desenvolvimento de novas sendo maior nos estágios clímax. Esse aumento da biomassa espécies, mais aptas a explorá-lo. Quando a comunidade é também uma consequência do aumento da diversidade não pode ser substituída por nenhuma outra combinação de espécies.

de espécies mais aptas a explorar o meio, fala-se em

Diminuição da produtividade comunidade clímax.

líquida Acredita-se que a grande estabilidade das comunidades

clímax deva-se à sua grande diversidade de espécies. Assim,

Nos estágios iniciais da sucessão, a atividade autotrófica quanto mais complexo o ecossistema, mais complexas

é maior que a heterotrófica e, por isso, a produção bruta serão as relações dentro dele, já que há maior número de

(PB) é maior que a respiração (R), isto é, $PB/R > 1$. nichos ecológicos disponíveis; quanto mais nichos, mais

Considerando que a produção líquida (PL) é igual à diferença diversificadas ficam a flora e a fauna; quanto mais diversos os

entre a produção bruta e a respiração ($PL = PB - R$), componentes

vivos, menores as probabilidades de que uma

veremos que ela é alta nos estágios iniciais da sucessão. mudança numa das condições possa afetar negativamente o

Entretanto, no decorrer da sucessão, a atividade respiratória ecossistema como um todo. Por exemplo: quando existem

da comunidade aumenta e, assim, no estágio final (clímax), muitas espécies de produtores fotossintetizantes, cada uma

temos produtividade bruta (PB) e respiração (R) que se delas adaptada a utilizar determinados comprimentos de onda

equivalem, com a relação entre ambas tendendo para 1 luminosa ou determinada intensidade de luz; uma mudança

($PB/R = 1$). Isso significa que tudo que está sendo produzido na quantidade de luz, por exemplo, poderá afetar alguns

é utilizado pela própria comunidade e, conseqüentemente, produtores, porém não todos eles. Assim, o ecossistema

a produção líquida (PL) é baixa. continuará estável e sem modificações apreciáveis.

76 Coleção Estudo

Sucessão ecológica

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO Assinale,

A) se todas as afirmativas estiverem incorretas.

01. B) se todas as afirmativas estiverem corretas. (UFMG) Qual das situações a seguir **NÃO** se verifica no

decorrer de toda uma sucessão ecológica? C) se somente as afirmativas 2 e 3 estiverem corretas.

A) Estabelecimento de espécies pioneiras que possibilitam

D) se somente as afirmativas 1 e 4 estiverem corretas.

a colonização da área por outros seres vivos.

B) Alteração gradual das condições biológicas sem que E) se somente a afirmativa 4 estiver correta.

ocorram alterações nas condições físicas e químicas

do meio. **05.** (UFV-MG) Todas as afirmativas a seguir representam

C) Substituição gradual de comunidades, até que surja

características de uma comunidade clímax na sucessão

uma comunidade estável.

ecológica, **EXCETO**

D) Invasão da área por espécies provenientes

principalmente de comunidades próximas. A) Aumento da biomassa total.

E) Extinção de espécies animais e / ou vegetais. B) Aumento da produtividade líquida.

02. C) Aumento da estabilidade ambiental. (Unifor-CE) Considere as afirmações a seguir relativas

à sucessão ecológica: D) Aumento da respiração da comunidade.

I. É um processo ordenado de mudanças da comunidade. E) Aumento da diversidade de espécies.

II. Independe das modificações do ambiente físico.

III. A sucessão primária inicia-se pelo estabelecimento

EXERCÍCIOS PROPOSTOS A

de espécies pioneiras no local. **gi**

IV. O processo de sucessão termina com o estabelecimento,

na área, de uma comunidade clímax. **01.** (PUC Minas) O estado de Roraima foi assolado por uma **OLA**

queimada de proporções gigantescas. Considerando que, **Bi**

São **VERDADEIRAS**, apenas

após as queimadas, essas áreas sejam preservadas,

A) I e II. D) I, III e IV.

o que ocorre, ao longo do tempo, com a produtividade

B) I e III. E) II, III e IV. líquida e a biomassa, é que, respectivamente,

C) II e III.

A) aumenta; diminui.

03. (UFRGS) Uma comunidade vegetal em estágio jovem B) fica constante; aumenta.

atua com mais eficiência do que uma comunidade clímax

C) diminui; aumenta.

na “fixação do carbono” porque apresenta

D) ficam constantes nos dois casos.

A) uma baixa produtividade primária bruta.

E) diminuem, nos dois casos.

B) a relação produtividade bruta / respiração próxima

à unidade.

C) grande biomassa vegetal e diversidade em espécies. **02.** (UFV-MG) Como se fossem organismos vivos,

D) uma alta produtividade primária líquida. os ecossistemas naturais estão em constantes

E) teias alimentares complexas. modificações. Do estágio jovem até a maturidade

ou clímax, os ecossistemas sofrem profundas mudanças,

04. (VUNESP) Considere as afirmativas: não somente na composição e diversidade de espécies,

1. Sucessão ecológica é o nome que se dá ao processo como também na sua biomassa e produtividade.

de transformações graduais na constituição das

Assim, do início da sucessão até o clímax da comunidade,
comunidades de organismos.

não se observa proporcionalmente o aumento da

2. Quando se atinge um estágio de estabilidade em

uma sucessão, a comunidade correspondente A) taxa de respiração. é a comunidade clímax.

B) diversidade de espécies.

3. Numa sucessão ecológica, a diversidade de espécies

C) reciclagem de nutrientes.

aumenta inicialmente, atingindo o ponto mais alto

no clímax, estabilizando-se então. D) produtividade líquida.

4. Numa sucessão ecológica ocorre aumento da biomassa. E) biomassa total.

Editora Bernoulli 77

Frente C Módulo 22

03. (UEL-PR) Considere os seguintes ambientes: D)

I. Superfície de rocha nua.

II. Campo de cultivo abandonado. 0 1 0 1

III. Floresta recém-derrubada.

IV. Dunas de areia recém-formadas.

A sucessão primária só pode ocorrer em

0 1 0 1

A) I e II. C) I e IV. E) III e IV.

B) I e III. D) II e III. **07.** (UFMG) A sucessão, num ecossistema, pode ser descrita como uma evolução em direção

04. (FMTM-MG) Considere uma área inicialmente ocupada por

A) ao aumento da produtividade líquida.

uma floresta e que tenha sido desmatada. Dá-se, então,

a reocupação dessa área pela vegetação natural. B) à diminuição da competição.

C) ao grande número de nichos ecológicos.

Durante o processo de sucessão ecológica descrito,

é **POSSÍVEL** observar D) à redução do número de espécies.

A) o aumento da diversidade de espécies e da biomassa. E) à simplificação da teia alimentar.

B) o aumento da diversidade de espécies e a diminuição **08.** (UFMG) No início de um processo de sucessão em uma

da biomassa.

rocha nua, é fundamental o papel de organismos que

C) a diminuição da biomassa e dos produtores. produzem ácidos e que, gradualmente, abrem fendas nas

D) a diminuição da biomassa e a redução no número de superfícies das rochas. Por acúmulo de poeiras carregadas

nichos ecológicos. pelos ventos, forma-se, então, um solo simples que

E) a constância da biomassa e da biodiversidade antes favorecerá a colonização por outros seres vivos.

da fase clímax. Os organismos que favorecem a formação das fendas são

05. A) algas verdes. D) musgos. (PUC Minas) Na Floresta Amazônica, a produtividade

líquida é B) capins. E) samambaias.

C) líquens.

A) alta, porque a sucessão ecológica está no seu início.

B) alta, porque a biomassa tem valores desprezíveis. **09.** (PUC Minas) No início de uma sucessão ecológica,

observa-se

C) alta, dado ao pequeno número de nichos ecológicos

existentes. A) grande diversidade de espécies.

D) baixa, porque constitui uma comunidade clímax. B) teia alimentar complexa.

C) produtividade líquida alta.

E) baixa, dada a pequena diversidade de espécies.

D) comunidade estável.

06. E) maior número de nichos ecológicos. (PUC Minas) Numa sucessão ecológica, considerando 0 o

início de sucessão e 1 o final da sucessão, a variação da

biomassa e a da produtividade líquida são, respectivamente: **10.** (UFC) Indique as alternativas **CORRETAS**, relativas

às características de um ecossistema, à medida que a

A) sucessão caminha para o clímax.

01. A diversidade em espécies atinge o maior número

no
clímax.

02. Há um aumento nos nichos ecológicos, tornando a

B) teia alimentar mais complexa.

04. Há um aumento na biomassa total do ecossistema.

0 1 0 1 08. O ecossistema tende a uma maior estabilidade ao

se aproximar do clímax.

C)

16. Não há modificação do meio físico do ecossistema

nos diferentes estágios da sucessão.

0 1 0 1 Soma ()

78 Coleção Estudo

Sucessão ecológica

11. (UFC) No que se refere à sucessão ecológica, indique as Três anos após a explosão, viu-se que o solo estava

alternativas **CORRETAS**. coberto por cianofíceas (atualmente denominadas

01. Os organismos que conseguem suportar as duras cianobactérias) e descobriram-se 11 espécies de filicíneas

condições para iniciar uma colonização caracterizam-se e 15 de fanerógamas. Os animais surgiram logo após

como espécies pioneiras. as plantas. Em 1889, seis anos após a explosão, havia

muitos tipos de artrópodes (aranhas, moscas, besouros,

02. A sucessão ecológica envolve a evolução das

comunidades ao longo do tempo, resultando em uma borboletas, mariposas). Por volta de 1920 a lista

comunidade estável. de animais aumentava para 513 espécies (incluindo

representantes de répteis, aves e mamíferos). Dez anos

04. Durante a sucessão, embora ocorram modificações

mais tarde, Krakatoa estava coberta por uma floresta
nas espécies, não há modificação do ambiente pelas

jovem, mas densa.”

comunidades que se sucedem no tempo.

A) Como se denomina o fenômeno ecológico ocorrido na

08. O processo de sucessão termina quando se estabelece,

ilha a partir da erupção vulcânica até dez anos depois?
na área, uma comunidade o mais estável possível.

B) Qual o papel dos organismos pioneiros no ambiente

16. A “comunidade clímax” caracteriza-se quando físico?

a espécie que atingiu o ápice do seu desenvolvimento

C) Por que no processo de reorganização da natureza

dá lugar, a seguir, a outras espécies. em Krakatoa os heterótrofos não podiam ter
sido

32. Durante o processo de sucessão, observa-se: mudança os organismos
pioneiros?

nos tipos de plantas e animais, aumento da biomassa D) Que fenômeno biológico
explica a presença dos seres

e aumento de estabilidade das comunidades. nesta ilha, tendo em vista que a vida
terrestre mais

64. À medida que ocorre a sucessão, dá-se uma diminuição próxima estava a 19
km de distância?

na complexidade da comunidade, permitindo que se **A**

estabeleça um menor número de relações ecológicas. **gi**

Seção ENEM

Soma () **OLO**

12. (FUVEST-SP) Considere dois estágios, X e Y, de um **Bi 01.** O esquema a seguir mostra um processo de sucessão

ecológica que teve início em um campo de cultivo

processo de sucessão ecológica. No estágio X, há maior abandonado, situado em uma região anteriormente

biomassa e maior variedade de nichos ecológicos. ocupada por Floresta Decídua Temperada.

No estágio Y, há maior concentração de espécies pioneiras

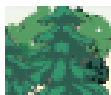
e a comunidade está sujeita a variações mais intensas.

A) Qual dos dois estágios representa uma comunidade

clímax?



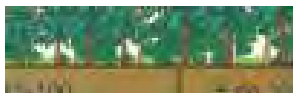
B) Em qual dos estágios há maior biodiversidade? Idade em 0 1-10 10-25 25-100 + de 100
JUSTIFIQUE sua resposta. anos



C) **DESCREVA** o balanço entre a incorporação e a liberação comunidade abandonado
Gramíneas Arbustos Tipo de Campo Floresta de Clímax Coníferas florestal



de carbono nos estágios X e Y.



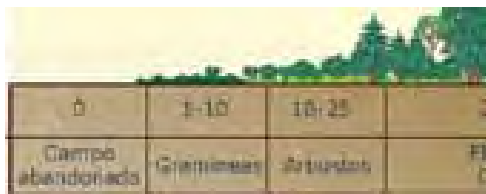
Com base nessas informações e outros conhecimentos



13. sobre o assunto, é correto dizer que o esquema (VUNESP) Considerando um ecossistema aquático



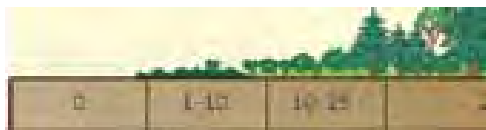
em processo de sucessão ecológica, responda ao que em questão representa



se pede. A) uma sucessão primária em que as gramíneas foram



as espécies pioneiras.



A) O que ocorre com a biomassa desse ecossistema

B) uma sucessão secundária em que a composição em
durante o processo de sucessão?

espécie muda mais rapidamente no início e mais

B) Quando a comunidade atingirá o clímax? lentamente nos estágios intermediários, mantendo-se

praticamente constante no clímax.

14. (UFMG) “Em 26 de agosto de 1883, a pequena ilha C) uma sucessão primária em que do estágio inicial até

vulcânica de Krakatoa, situada a 41 km de Java, o clímax ocorreu um aumento da biomassa e uma

voou pelos ares em uma tremenda explosão, que foi menor diversificação das espécies.

percebida a mais de 1 600 km de distância. Partes da D) uma sucessão secundária que no estágio clímax deve

ilha desapareceram completamente e as que resistiram possuir uma menor biodiversidade.

foram cobertas por uma camada tão espessa de cinza E) uma sucessão secundária que teve início com espécies

quente que nenhuma planta ou animal sobreviveu. pioneiras heterótrofas.

Editora Bernoulli 79

Frente C Módulo 22

02. O território brasileiro, devido a sua magnitude espacial,

comporta um mostruário bastante completo de paisagens 10. Soma = 15

e ecologias do Mundo Tropical.

AB'SABER, Aziz. *Domínios de natureza no Brasil*, 2003. 11. Soma = 43

Uma das paisagens do Mundo Tropical, a Floresta 12. A) Estágio X.

Amazônica, vem sendo objeto de inúmeras discussões em

virtude de sua crescente exploração, apesar de ser um B) Estágio X, pois apresenta maior variedade

bioma que se encontra em um estágio de um processo de nichos ecológicos e, consequentemente,

de sucessão ecológica. Esse estágio clímax caracteriza-se

pelo fato de que maior biodiversidade, uma vez que cada

A) a sua biodiversidade permanecerá inalterada, nicho é ocupado por uma determinada

ainda que as condições abióticas da região sofram espécie ou grupo de espécies. modificações duradouras.

B) com o passar do tempo, não ocorrerão modificações C) Em X, a incorporação e a liberação de

evolutivas nas diferentes espécies dessa comunidade. carbono se equivalem, pois, no estágio

C) sua produção primária líquida é muito alta, devido à clímax, a atividade fotossintetizante é

elevada taxa de fotossíntese que realiza.

praticamente igual à atividade respiratória

D) sua produção primária bruta, praticamente, iguala-se ao

da comunidade. No estágio Y, a taxa de

consumo realizado pela respiração de toda a comunidade.

E) sua teia alimentar menos complexa garante maior fotossíntese supera a taxa de respiração e,

estabilidade ao ecossistema. portanto, a incorporação de carbono é maior

do que a sua liberação.

Fixação

B) Quando se mantiver estável; neste caso, não

deverá ocorrer substituição de espécies, e a
biomassa da comunidade deve se manter

01. B

mais ou menos constante.

02. D

14. A) Sucessão ecológica.

03. D

04. B B) Os organismos pioneiros modificam o

ambiente físico, criando condições para

05. B

que novas espécies possam se instalar

Propostos

na região.

C) Nesse ambiente inorgânico, onde houve

01. C

a destruição de todas as formas de vida,

02. D os pioneiros não poderiam ser heterótrofos,

03. C pois não encontrariam o alimento orgânico

necessário para sua sobrevivência.

04. A

D) Dispersão.

05. D

06. B

07. C **Seção Enem**

08. C 01. B

09. C 02. D

80 Coleção Estudo

Biologia Módulo FRENTE Ciclos biogeoquímicos 23 C

O fluxo de energia nos ecossistemas é acíclico e unidirecional, O esquema a seguir representa as principais etapas do

isto é, a energia é transferida ao longo das cadeias ciclo do carbono. alimentares, dos produtores até os decompositores,

CO atmosférico 2

passando ou não pelos consumidores. A matéria, no entanto, pode ser reciclada, ou seja, nos ecossistemas, a matéria tem

Fotossíntese Fotossíntese

um fluxo cíclico, circulando constantemente entre os meios

biótico e abiótico do ecossistema. Respiração Matéria orgânica

vegetal

CICLO DO CARBONO

Nutrição Nutrição

Respiração Morte Morte Matéria orgânica

O carbono é um dos elementos químicos indispensáveis animal

aos seres vivos, uma vez que entra na constituição das

moléculas de todas as substâncias orgânicas. Morte Morte

Decomposição

elemento químico: as moléculas de CO₂ É no meio abiótico que está a fonte primária desse Restos orgânicos Decompositores animais e vegetais presentes 2

na atmosfera e também dissolvidas nas águas dos

ecossistemas aquáticos (rios, lagos, mares, etc.). Esse CO₂

é absorvido pelos seres fotossintetizantes, sendo, então, Combustão Combustíveis utilizado para a síntese de moléculas orgânicas (glicose, fósseis

por exemplo). *Ciclo do carbono* – Observe que o CO₂ é retirado do meio

abiótico pela fotossíntese e devolvido através de diferentes

A matéria orgânica fabricada pelos vegetais fotossintetizantes processos: *respiração animal, respiração vegetal, decomposição*

é utilizada na própria respiração do vegetal ou, então, serve e combustão.

de alimento para os animais. Nos

animais, essa matéria CícLO DO

NiTROgêNiO

também será usada na respiração celular.

Tanto a respiração

vegetal como a respiração animal liberam CO₂, devolvendo O₂.
nitrogênio é outro elemento indispensável aos seres

carbono ao meio abiótico. vivos, uma vez que entra na constituição de
muitas

moléculas orgânicas, como as proteínas e os ácidos

Os cadáveres e restos orgânicos de animais e vegetais nucleicos,
fundamentais para os processos vitais.

A fonte primária de nitrogênio para os seres vivos é a
podem ter dois destinos no meio ambiente: sofrem

atmosfera. Lembre-se de que 78% da atmosfera atual
decomposição ou se acumulam, dando origem, com o O_2 é constituída de
N₂. A atmosfera, portanto, é um grande

passar do tempo, aos combustíveis fósseis (petróleo, hulha).
reservatório de nitrogênio. Entretanto, a maioria das

As reações da decomposição e a queima desses combustíveis espécies
de seres vivos é incapaz de incorporar e metabolizar

também liberam CO₂ o nitrogênio em sua forma gasosa e elementar (N₂).
(N₂). Assim, no meio ambiente. Aliás, a queima

de qualquer matéria orgânica, como as que ocorrem nas é preciso que
o N atmosférico seja convertido em formas

químicas que possam ser utilizadas pelos seres vivos, como

queimadas de uma Floresta ou de um Campo, também libera amônia
(NH₃) e íons nitrato (NO₃⁻). Essa transformação é denominada **fixação de nitrogênio**.

Frente C Módulo 23

Certas bactérias (*Azotobacter*, *Rhizobium*, cianobactérias) A nitrificação é realizada em duas etapas: nitrosonificação e

possuem a enzima nitrogenase e, por isso, conseguem nitrificação. A nitrosonificação consiste na oxidação da amônia,

incorporar o N da atmosfera, metabolizá-lo e fixá-lo sob 2 produzindo nitrito (NO_2^-), enquanto a nitrificação converte 2

a forma de amônia (NH_3). Essa conversão do N em NH_3 , 3 os íons nitrito (NO_2^-) em nitrato (NO_3^-). 2 3 realizada por esses micro-organismos, é conhecida por

fixação biológica de nitrogênio, biofixação de nitrogênio ou $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Energia}$ 3 2 $\rightarrow$ 2 2 fixação biótica de nitrogênio.

Nitrosonificação – É realizada por bactérias dos gêneros Nitrosomonas



N $+$ 6H e Nitrosococcus, chamadas de bactérias nitrosas. 2 $\rightarrow$ 2NH_3

Biofixação do nitrogênio – As bactérias responsáveis por $2\text{NO}_2^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_3^- + \text{Energia}$ essa transformação são chamadas de bactérias fixadoras de 2 2 $\rightarrow$ 3 nitrogênio.

Nitrificação – É realizada por bactérias do gênero Nitrobacter,

Nos ecossistemas aquáticos, as cianobactérias são chamadas de bactérias nitrificas.

os principais fixadores de nitrogênio. No solo, existem

bactérias fixadoras de nitrogênio de vida livre, como Resumidamente, podemos esquematizar a nitrificação da

as do gênero *Azotobacter*, e bactérias fixadoras que seguem a seguinte maneira: vivem em associação mutualística com raízes de plantas

leguminosas (soja, feijão, ervilha, alfafa, etc.), como é o caso da **Nitrosificação**
NH NO NO --

3 2 3

caso das bactérias do gênero *Rhizobium*. As bactérias de

vida livre fixam apenas o nitrogênio necessário para o seu **Nitrificação**
= **Nitrosação** + **Nitratação** próprio uso e liberam o nitrogênio fixado (sob a forma

de amônia) somente quando morrem e sofrem o processo. Além da nitrificação, os íons nitrato (NO_3^-) também são

de decomposição. As bactérias que vivem em mutualismo podem ser produzidos naturalmente no ambiente, embora

com as raízes de leguminosas liberam para o solo parte em menor escala, através da chamada fixação atmosférica

do nitrogênio que fixam, recebendo das plantas os produtos de nitrogênio. Nesse tipo de fixação, que ocorre por ocasião

da fotossíntese. de tempestades com raios, a descarga elétrica dos raios

(relâmpagos) favorece a reação de N com O₂, levando a

Além da biofixação, outros processos naturais também à produção de nitratos.

são responsáveis pela liberação ou formação de amônia

(NH₃). A fixação atmosférica de nitrogênio também pode ser feita no meio ambiente. É o caso de muitos animais que, ao

por meio da excreção, liberam amônia para o meio ambiente, feita artificialmente por processos industriais na produção

o que também ocorre quando há decomposição de cadáveres de fertilizantes (fixação industrial de nitrogênio).

e restos orgânicos de animais e plantas. Essa decomposição A fixação atmosférica natural de nitrogênio e a fixação

que leva à produção de amônia recebe o nome de amonificação industrial de nitrogênio são modalidades de fixação

(amonização). não biológica ou fixação abiótica de nitrogênio.

plantas; outra parte pode se combinar com a água existente Uma pequena parte dessa amônia é absorvida por algumas Os íons nitrato (NO_3^-) provenientes da nitrificação ³ e da fixação abiótica são absorvidos pelas plantas. O nitrato é

no solo, formando hidróxido de amônio (NH_4OH), que, ⁴ a forma pela qual a maior parte do nitrogênio é absorvida pelas

ionizando-se, produz íons amônio (NH_4^+) e hidroxila (OH^-), ⁴ raízes. As plantas utilizam o nitrato absorvido para a síntese

conforme mostra a equação a seguir:

de seus compostos orgânicos nitrogenados (aminoácidos,



proteínas, etc.). Por meio da cadeia alimentar (nutrição),



$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ³ $\rightarrow$ ⁴ $\rightarrow$ NH_4^+ os animais obtêm das plantas esses compostos nitrogenados,



Embora a amônia seja tóxica para a maioria das plantas, metabolizando-os e utilizando-os na síntese de suas



os íons amônio podem ser absorvidos com segurança em baixas proteínas e de outros compostos orgânicos nitrogenados.

concentrações. Nos animais, os compostos nitrogenados, em especial as

A maior parte da amônia, entretanto, é oxidada e convertida proteínas, ao serem metabolizados, originam produtos de

em nitrato (NO excreção, como a amônia, a ureia e o ácido úrico. São as -), por meio de um processo denominado 3

nitrificação, realizado por bactérias (*Nitrosomonas*, chamadas excretas nitrogenadas e precisam ser eliminadas

Nitrobacter) autótrofas quimiossintetizantes, que fazem para o meio externo, pois, quando em altas concentrações

a oxidação da amônia com a finalidade de liberar energia no meio interno, tornam-se tóxicas para o organismo animal.

para a reação da quimiossíntese. Essas bactérias são ditas Assim, através da excreção, os animais devolvem nitrogênio

bactérias nitrificantes. para o meio abiótico.

82 Coleção Estudo

Ciclos biogeoquímicos

As excretas nitrogenadas dos animais, bem como os seus

CiCLO DA ÁguA

cadáveres e os das plantas, sofrem, no meio ambiente, a ação

dos decompositores (bactérias e fungos). Essa decomposição Embora a água não seja um elemento químico, e sim uma

produz amônia (NH_3). Essa amônia, proveniente da substância composta de hidrogênio e oxigênio, o estudo do

amonificação, pode se combinar com a água e produzir íon seu ciclo é importante, uma vez que ela é indispensável aos

amônio (NH_4^+), como também pode sofrer a nitrificação. 4 processos metabólicos.

Para completar o ciclo do nitrogênio, é necessário que o N_2 A água recobre, aproximadamente, 75% da superfície

seja devolvido à atmosfera. Isso é feito pela desnitrificação terrestre. De toda essa água, cerca de 97% pertencem ao

(denitrificação). talassociclo e o restante, cerca de 3%, ao limnociclo.

A desnitrificação consiste na liberação do nitrogênio A água evapora-se frequentemente das superfícies

presente nos íons amônio, no nitrito, no nitrato ou na amônia. aquáticas (rios, mares, etc.) e do solo, formando as nuvens,

Esse processo é realizado por bactérias, como as da espécie condensase e precipita-se sob a forma de chuva, neve

Pseudomonas denitrificans. Essas bactérias desnitrificantes ou granizo. No solo, a água pode percolar, isto é, atravessar

são anaeróbias facultativas; assim, quando não há as camadas do solo, atraída pela força da gravidade, e atingir

disponibilidade de O_2 no meio, passam a fazer a respiração 2 um lençol freático, através do qual chega até um curso-d'água

anaeróbia, utilizando os compostos nitrogenados como (rio, riacho, etc.). Parte da água precipitada também pode

aceptores finais de elétrons. ser retida pelo solo e absorvida pelas plantas, através do seu

sistema radicular (raízes).

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 4\text{NO}_3^- \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2 + \text{Energia}$ Nos vegetais, a perda de água para o meio abiótico se

Exemplo de desnitrificação – A desnitrificação, portanto, faz pela transpiração e sudação. Os animais, por sua vez, **A**

é um processo de respiração anaeróbia. participam do ciclo ingerindo água obtida diretamente **gi**

de uma fonte (lago, rio, etc.) ou através dos alimentos.

Uma vez que as bactérias desnitrificantes também

O processo de eliminação de água pelos animais é variável, **OLO** podem fazer a respiração aeróbia, fica fácil entender

podendo ocorrer através da urina, das fezes, da respiração, **Bi** que a desnitrificação não ocorre em ambientes onde há

do suor, etc.

boa disponibilidade de O_2 . Os ambientes propícios para a

realização da desnitrificação de forma mais intensa são Vale lembrar, também, que durante algumas reações do

aqueles onde há pouca disponibilidade de O_2 próprio metabolismo, ocorre a formação de água. A água (pântanos, por

exemplo, onde há pouco O_2 formada no interior das células também pode ser eliminada dissolvido na água). **2**

para o meio abiótico e, dessa forma, incorporar-se ao ciclo

Pelo que acabamos de ver, podemos dizer que o ciclo do

dessa
substância.

nitrogênio apresenta três etapas básicas ou fundamentais:

fixação, nitrificação e desnitrificação. É bom lembrar que parte da água que plantas e animais

têm no corpo fica incorporada a suas células e tecidos,

10 N 1 2 sendo devolvida ao ambiente apenas pela ação dos

9 Atmosférico decompositores.

5 6 7 **CiCLO DO OXiGêNiO**

NO + Plantas Animais NH e NH-

3 3 4

O oxigênio molecular (O₂), indispensável à respiração

Cadáveres 8

aeróbia, é o segundo componente mais abundante

da atmosfera atual, na qual existe na proporção de,

2 aproximadamente, 20%. Esse oxigênio pode ser consumido

através das seguintes vias:

4 NO₂ 3 • Atividade respiratória dos seres vivos;

Ciclo do nitrogênio – 1. Biofixação do N • Combustão; ; 2 2. Absorção de NH₃ e NH₄⁺ pelas plantas; 3. Nitrosação (1ª etapa da nitrificação); • Degradação, principalmente pela ação de raios

4. Nitratação (2ª etapa da nitrificação); 5. Absorção de NO₃ ultravioletas, com

formação de ozônio (O_3); 3 pelas plantas; 6. Cadeia alimentar (nutrição); 7. Excreção; • Combinação com metais existentes no solo 8. Decomposição; 9. Fixação abiótica de nitrogênio; 10. Desnitrificação. (principalmente o ferro), formando óxidos metálicos.

Editora Bernoulli 83

Frente C Módulo 23

Camada de ozônio Os solos utilizados na agricultura também podem ser

Raios O enriquecidos com sais de cálcio por meio da calagem. 3 (Ozônio)

Atmosfera ultravioleta Para a maioria das culturas, o pH ótimo está em torno de 6,5.

O Reação A chuva e a decomposição de substâncias orgânicas diminuem O_2 O_2 O_2 o pH do solo. Tal acidificação pode ser revertida por calagem.

o A calagem consiste na aplicação de compostos

popularmente conhecidos por cal, como o carbonato de cálcio, o hidróxido de cálcio ou o carbonato de magnésio. aç

Combustão A adição desses compostos leva à remoção de íons H^+ do Fotossíntese Fotossíntese o espir aç solo. A calagem também aumenta a disponibilidade de cálcio R aç para as plantas, que o exigem como um macronutriente. ação espir R
espir R espir R

CICLO DO FÓSFORO

O fósforo é um elemento indispensável para qualquer sistema vivo, uma vez que entra na constituição dos ácidos

Ciclo do oxigênio nucleicos (DNA e RNA), das moléculas energéticas de ATP e dos fosfolipídios da membrana plasmática.

promovido pela atividade de fotossíntese, principalmente Por outro lado, há um contínuo reabastecimento de O_2 As plantas obtêm o fósforo absorvendo fosfatos (PO_4^{3-}) que se encontram dissolvidos na água e no solo. Os animais obtêm a realizada pelo fitoplâncton marinho, o verdadeiro fosfatos nos alimentos ingeridos e na água que bebem.

provavelmente o oxigênio molecular (O_2 A excreção dos animais e a decomposição de plantas) já teria desaparecido e animais são processos que devolvem para o meio abiótico “pulmão do mundo”. Caso não ocorresse a fotossíntese,

de nossa atmosfera.

(solo e água) o fósforo que fazia parte da matéria orgânica.

A circulação do oxigênio entre os meios abiótico e biótico Parte do fósforo do solo é arrastada pelas chuvas para os

também está intimamente associada aos ciclos do carbono rios, lagos e mares, onde se sedimenta, originando rochas

e da água. fosfatadas (rochas ricas em minerais de fosfato). Após certo

tempo, quando se elevarem em consequência de processos

CICLO DO CÁLCIO

geológicos, essas rochas, agora na superfície, sofrerão

lentamente a erosão (desgaste) pela água das chuvas,

liberando no solo os fosfatos que, então, serão absorvidos

Sais de cálcio, como carbonatos e fosfatos de cálcio, são pelas plantas que os utilizam para a produção de ATP,

indispensáveis para que muitos animais possam formar de ácidos nucleicos e de outros compostos. Através da cadeia

suas estruturas esqueléticas (conchas, ossos, carapaças). alimentar, os fosfatos das plantas passam para os animais,

Além disso, os íons Ca^{++} atuam em importantes processos que os utilizam da mesma forma que os vegetais. Os animais

metabólicos, como a condução dos impulsos nervosos, também podem obter sais fosfatados que estejam dissolvidos

a contração muscular e a coagulação sanguínea. O cálcio na água que bebem. relaciona-se com a atividade de muitas enzimas. Também

A maioria dos depósitos de fosfato é de origem marinha. Uma é um dos macronutrientes exigidos, por exemplo, pelas

parte é utilizada pelos organismos marinhos e outra permanece plantas, nas quais participa da constituição da lamela média

sedimentada no fundo dos mares, como parte de rochas. de paredes celulares.

Através da cadeia alimentar, o fosfato absorvido pelas

A fonte primária de cálcio são as rochas calcárias algas marinhas é transmitido para os peixes e, destes,

que, ao sofrerem o desgaste pelas águas das chuvas passam para as aves marinhas. Essas aves, por sua vez,

e correntezas, liberam sais de cálcio para o solo. Parte eliminam excretas que se depositam sobre as rochas

desse cálcio do solo é absorvida pelas plantas terrestres litorâneas, formando o guano. e parte é levada para os rios e oceanos. Nesses ambientes,

plantas aquáticas, como também ingerido pelos animais. das ilhas costeiras do Peru ou da ilha de Nauru, no Pacífico Sul, usando-os como adubos fosfatados, promovendo, assim, Uma parte, entretanto,

sedimenta-se no fundo dos rios o cálcio dissolvido na água pode ser absorvido pelas O homem aproveita os vastos depósitos de guano, como os

o retorno mais rápido do fósforo a seu ciclo. O homem e mares, formando rochas calcárias. Caso ocorra uma

também pode obter o fósforo pela mineração de rochas elevação do terreno, essas rochas afloram à superfície

fosfatadas, usadas como adubo na agricultura. e são, então, desgastadas por ação das águas das

chuvas e das correntezas, liberando sais de cálcio no solo Uma particularidade do ciclo do fósforo em relação aos

e recomeçando um novo ciclo. ciclos vistos anteriormente (carbono, nitrogênio, oxigênio,

água) é a ausência de fase gasosa, já que não são comuns

A participação dos seres vivos no ciclo do cálcio pode ser os compostos gasosos contendo fósforo. Dessa forma,

assim resumida: as plantas absorvem do solo ou da água os praticamente não há passagem pela atmosfera. Algum fósforo

sais de cálcio, e os animais o obtêm através da cadeia alimentar. pode ser transportado em partículas de poeira, mas, em geral,

Com a decomposição dos animais e vegetais mortos, o cálcio a atmosfera exerce um papel muito secundário no ciclo

retorna ao meio abiótico (solo e água). desse elemento.

EXERCÍCIOS DE Fixação 04. (UFRGS)

Relacione os processos biológicos listados na primeira coluna com um ou mais dos ciclos biogeoquímicos

01. listados na segunda coluna.

(UFV-MG) Analise a seguinte citação: “A morte não está na natureza das coisas, é a natureza das coisas. Mas o 1. Fotossíntese

que morre é a forma. A matéria é imortal.” (John Fowles) 2. Respiração vegetal

Pela análise da citação, pode-se concluir que a matéria 3. Decomposição de restos orgânicos por micro-organismos

é imortal porque (a) Ciclo do carbono

A) a decomposição da matéria libera os nutrientes, que (b) Ciclo do oxigênio

retornam aos ciclos biogeoquímicos. (c) Ciclo do nitrogênio

B) a decomposição da matéria orgânica é um processo

Assinale a alternativa que **MELHOR** representa essas

muito lento, que pode durar séculos.

relações.

C) a decomposição da matéria orgânica não é completa

A) 1 (a) (b) – 2 (a) (b) – 3 (a) (c)

devido à grande quantidade de fibras.

B) 1 (a) (b) – 2 (a) (b) – 3 (c)

D) a decomposição da matéria libera nutrientes, que

ficam disponíveis diretamente aos heterótrofos. C) 1 (b) – 2 (a) – 3 (a) (b)

E) a decomposição lenta permite que a matéria tenha D) 1 (b) – 2 (a) – 3 (b) (c)

condições de ser fossilizada. E) 1 (b) (c) – 2 (c) – 3 (b) (c)

02. 05. (PUC-Campinas-SP) Considere as seguintes funções (FUVEST-SP)

vegetais:

CO₂ I. Transpiração

H₂O II. Respiração

H₂O III. Fotossíntese

O ciclo biogeoquímico da água relaciona-se com **A**

A B A) I, apenas. D) II e III, apenas. **gi**

B) I e II, apenas. E) I, II e III. **OLO**

Compostos O₂ orgânicos C) I e III, apenas.

O₂ **Bi**

No ciclo do carbono, esquematizado anteriormente, do

EXERCÍCIOS PROPOSTOS qual participam
fungos e algas pardas,

A) as algas pardas realizam apenas a etapa A.

B) os fungos realizam apenas a etapa A. **01.** (PUC RS) Quando se estuda o ciclo do nitrogênio, verifica-se

C) as algas pardas realizam as etapas A e B. que os seres que devolvem esse elemento à atmosfera

D) os fungos realizam as etapas A e B. são bactérias particularmente denominadas

E) as algas pardas realizam apenas a etapa B. A) nitrificantes. D) desnitrificantes.

B) ferrosas. E) simbiontes.

03. (UFMG) Em relação ao ciclo do nitrogênio, qual alternativa C) sulfurosas.

está **ERRADA?**

A) Algumas espécies de bactérias e de cianófitas são capazes de fixar o nitrogênio gasoso da atmosfera e transformá-lo em compostos nitrogenados utilizáveis pelo mundo biótico. CO₂ atmosférico

B) Para sintetizar seus aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados, as plantas verdes retiram do ambiente o nitrogênio principalmente sob a forma de nitrato. Vegetais

C) Quando produtores e consumidores morrem, seus compostos orgânicos nitrogenados são transformados por certas bactérias desnitrificantes em nitratos, os quais são transformados em nitritos e estes em amônia.

D) Certos tipos de bactérias podem transformar o nitrogênio do solo, na forma de nitratos, nitritos e amônia, em Excrementos e nitrogênio gasoso (N₂) que retorna à atmosfera. restos orgânicos

E) O nitrogênio gasoso da atmosfera pode ser incorporado a compostos nitrogenados por fatores abióticos do ecossistema e por combinação simbiótica de bactérias com plantas superiores. fósseis

Editora Bernoulli 85

Frente C Módulo 23

Todas as alternativas, relativas aos processos numerados 02. (UFMG) Analise o esquema a seguir, referente ao ciclo do

05. (PUC Rio-2010) A disponibilização do CO₂ através do aumento

no esquema, estão corretas, EXCETO da queima de combustíveis é uma das causas do aumento

A) 1 produz glicose e libera O₂ do aquecimento global. A fixação do carbono na biomassa . 2

é uma das formas de promover sua estabilização.

B) 2 representa um processo de nutrição exclusivo de

Em relação à fixação biológica do carbono, é **CORRETO**

indivíduos heterótrofos. afirmar que ela é feita somente pelos organismos

C) 3 só ocorre se o processo 5, realizado por saprófitas, A) fotossintéticos, do reino vegetal.

for interrompido. B) ruminantes, do reino animal.

D) 4 visa à formação de moléculas orgânicas com gasto C) algas fotossintéticas.

de energia. D) organismos decompositores.

E) organismos autotróficos.

E) 6 é denominado combustão.

06. (UFMG) Analise o esquema do ciclo do carbono.

03. Animais (UFU-MG) As bactérias dos gêneros *Nitrosomonas* e *Atmosfera*

Nitrobacter intervêm no fenômeno de

A) nitrosação.

B) desnitrificação.

Fungos decompositores Plantas

C) nitrificação.

Considerando esse esquema, todas as setas estão

D) amonização.

corretamente direcionadas, **Exceto**

E) síntese de ATP. A) seta 1.

B) seta 2.

04. C) seta 3. (UFMG) Observe esta figura.

D) seta 4.

07. (PUC-SP) Supondo que um consumidor secundário seja um pássaro, pode-se prever que ele receba nitrogênio no

Nódulos nível trófico II, a partir de

A) proteínas, e o elimine através da excreção, na forma

de
ácido
úrico.

B) proteínas, e o elimine através da excreção, na forma

de
amônia.

C) proteínas, e o elimine através da excreção, na forma

de
aminoácidos.

D) açúcares, e o elimine através de suas fezes, na forma

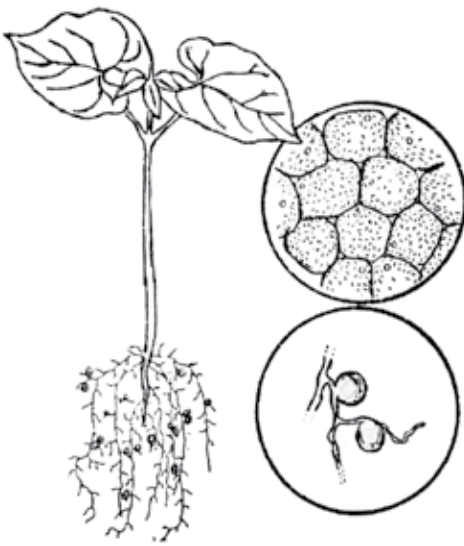
de
ácido
úrico.

E) açúcares, e o elimine através de suas fezes, na forma

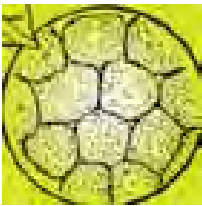
de
ureia.

08. (UFMG)

Nodosidade de leguminosas



Os nódulos formados nas raízes das leguminosas B – Grupo de células



resultam da colonização por bactérias fixadoras de nodosidade, de uma
nitrogênio. Devido à presença desses nódulos nas raízes, A – Planta de feijão
abrigo em
mostrando os seu interior um
as sementes de leguminosas – como a soja – são boas pequenos grande número
armazenadoras de nódulos em de bactérias.
suas raízes.



A) amido.



C – Detalhe de duas



B) carboidratos. nodosidades.



C) lípidios.



D) proteínas.



86 Coleção Estudo



1



2



3



4

5

6

7

8



9

10

11



12





1

2

3

4

5

6



7



8

9

10

11



12

13

14



15

16

17

18







1



2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

.

■

.

.

.

■

.

■

■

.

■

■



■



■

■



■



■



■



■

■

■

■



■





Ciclos biogeoquímicos

Observe a formação de nodosidades nas plantas. Sua **12.** (PUCPR–2010) Com relação ao ciclo da matéria ou ciclos

importância para a planta A relaciona-se à biogeoquímicos, marque o item **INCORRETO**.

A) utilização de energia luminosa. A) O fósforo faz parte dos ácidos nucleicos, do ATP e dos

fosfolipídios; além de constituir, nos animais, um

B) obtenção de energia na ausência de oxigênio.

componente mineral dos ossos e dos dentes.

C) maior absorção de água. B) As moléculas orgânicas dos seres vivos apresentam

D) eliminação de sais minerais. átomos de carbono em sua composição.

E) fixação de nitrogênio. C) O nitrito é um tanto tóxico às plantas, mas raramente

acumula-se no solo, pois é rapidamente oxidado por

09. (PUC-SP) O trecho a seguir compreende parte do ciclo D) Quando queimados, os combustíveis fósseis liberam bactérias do gênero *Nitrobacter*.

do nitrogênio. Nele, há uma série de lacunas que deverão CO₂, devolvendo à atmosfera átomos de carbono, que

ser preenchidas. há milhões de anos compunham os seres vivos.

E) As leguminosas absorvem o nitrogênio pelas folhas,

No solo, compostos nitrogenados provenientes

sintetizando os nitratos.

da excreção de certos animais são convertidos em amônia.

Essa substância é, em seguida, transformada em I e, **13.** (UERJ) A provisão de alimentos dos animais e vegetais

depois, em II pela ação de III. Isso possibilita a síntese limitada pela disponibilidade de nitrogênio fixado.

plantas a síntese de IV e V, que, através das cadeias Os gráficos a seguir são o resultado de uma pesquisa

que analisou a relação entre o processo de fixação de

alimentares, chegarão aos consumidores.

nitrogênio e o de desnitrificação.

As lacunas I, II, III, IV e V poderão ser preenchidas **I - Fixação**

CORRETA e respectivamente por

Terrestre (histórica) 30 **A**

A) ácido úrico, ureia, bactérias, aminoácidos e proteínas. **gi**

B) nitrito, nitrato, bactérias, aminoácidos e proteínas. Colheita de legumes 14

C) sal, ácido nítrico, produtores, glicose e amido. **OLO**

D) ácido úrico, ureia, produtores, glicose e amido.

E) aminoácidos, proteínas, bactérias, glicose e amido. Fixação industrial 30

Fixação atmosférica 8

10. (Unicamp-SP) Dados experimentais demonstraram que

uma plantação de cana-de-açúcar com cerca de 4 000 m² é Total de ganhos 92
capaz de retirar da atmosfera 20 toneladas de carbono / ano. 0 20 40 60 80 100
Se não houvesse maneira de devolver à atmosfera o

II - Desnitrificação

carbono incorporado, provavelmente em poucos séculos
os vegetais consumiriam todo o suprimento atmosférico Terrestre 43
de carbono.

CITE três maneiras através das quais a reciclagem desse Marinha 40
elemento químico pode ocorrer.

Total de perdas 83

0 20 40 60 80 100

11. (UFU-MG) Certos agricultores costumam plantar *Transferência, ganhos e perdas de nitrogênio (106t)*

alternadamente culturas de plantas não leguminosas e A Biosfera. SCIENTIFIC AMERICAN.

São Paulo: Polígono, 1974, p. 87 (Adaptação).

leguminosas. Por exemplo, após cultivarem milho em uma

A análise dos dados mostra que o total de ganhos na
região, optam por plantar feijão. Outros cultivam plantas
fixação é maior que o total de perdas, permitindo um saldo

leguminosas, deixando-as apodrecerem no campo. de cerca de 9 milhões de toneladas de nitrogênio fixado.

Com relação ao exposto, responda ao que se pede. A) **ExPLIQUE** por que a

existência desse saldo

A) Qual a importância das plantas leguminosas para é biologicamente indispensável para contribuir com

a produção de alimentos.

o solo?

B) CITE duas justificativas para que as recomendações

B) Qual é a denominação das técnicas utilizadas pelos técnicas relativas ao aumento da produção mundial

agricultores no primeiro e no segundo exemplos, de alimentos enfatizam a necessidade do cultivo

respectivamente? de leguminosas.

Editora Bernoulli 87

Frente C Módulo 23

SEÇÃO ENEM Uma medida que amenizaria esse problema seria: A) Incentivar a reciclagem de resíduos biológicos,

utilizando dejetos animais e restos de cultura para

01. produção de adubo. (Enem-1998) O Sol participa do ciclo da água, pois, além

de aquecer a superfície da Terra dando origem aos ventos, B) Repor o estoque retirado das minas com um íon

provoca a evaporação da água dos rios, lagos e mares. sintético de fósforo para garantir o abastecimento da

indústria de fertilizantes.

O vapor da água, ao resfriar, condensa em minúsculas

C) Aumentar a importação de íons fosfato dos países

gotinhas, que se agrupam formando as nuvens, neblinas

ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais

ou névoas úmidas. As nuvens podem ser levadas pelos de fertilizantes.

ventos de uma região para outra. Com a condensação e, D) Substituir o fósforo dos fertilizantes por outro

em seguida, a chuva, a água volta à superfície da Terra, elemento com a mesma função para suprir as

caindo sobre o solo, rios, lagos e mares. Parte dessas necessidades do uso de seus íons.

água evapora retornando à atmosfera, outra parte escoar E) Proibir, por meio de lei federal, o uso de fertilizantes

superficialmente ou infiltra-se no solo, indo alimentar rios com fósforo pelos agricultores, para diminuir sua

e lagos. Esse processo é chamado de ciclo da água. extração das reservas naturais.

Considere, então, as seguintes afirmativas: **gABARiTO**

I. A evaporação é maior nos continentes, uma vez que

o aquecimento ali é maior do que nos oceanos. **Fixação**

II. A vegetação participa do ciclo hidrológico por meio

da transpiração. 01. A 02. C 03. C 04. A 05. E

III. O ciclo hidrológico condiciona processos que ocorrem **Propostos**
na litosfera, na atmosfera e na biosfera.

IV. A energia gravitacional movimenta a água dentro do 01. D 03. C 05. E 07. A
09. B

seu ciclo.

02. D 04. D 06. B 08. E

V. O ciclo hidrológico é passível de sofrer interferência

10. Respiração de autótrofos e heterótrofos, humana, podendo apresentar desequilíbrio.

decomposição e queima de combustíveis fósseis.

A) Somente a afirmativa III está correta. 11. A) O plantio de leguminosas enriquece o solo com

B) Somente as afirmativas III e IV estão corretas. sais nitrogenados, pois normalmente em suas

raízes existem nódulos formados por bactérias

C) Somente as afirmativas I, II e V estão corretas. fixadoras do nitrogênio.

D) Somente as afirmativas II, III, IV e V estão corretas. B) Rotação de culturas e adubação verde.

E) Todas as afirmativas estão corretas. 12. E

13. A) O saldo representa a quantidade de gás

02. (Enem-2010) O fósforo, geralmente representado pelo nitrogênios, que são absorvidos e utilizados nitrogênio fixado e transformado em sais

íon de fosfato (PO_4^{3-}), é um ingrediente insubstituível pelos vegetais na produção de substâncias

da vida, já que é parte constituinte das membranas orgânicas nitrogenadas, como as proteínas.

celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de Essas substâncias, por sua vez, poderão ser

adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de utilizadas como alimento.

energia das células. O fósforo utilizado nos fertilizantes B) Além de serem importantes fontes de

agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada proteínas, as leguminosas contribuem para o

vez mais escassas. Certas práticas agrícolas aceleram a enriquecimento do solo com sais nitrogenados,

erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para pois normalmente possuem bactérias fixadoras

sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. de nitrogênio associadas às suas raízes.

Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos **Seção**

Enem

alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos

íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade 01. D

desse íon. 02. A

88 Coleção Estudo **Biologia** Módulo

FRENTE Desequilíbrios ambientais

24 C

Alterações abióticas e / ou bióticas nos diferentes ambientes uma campanha de proteção aos veados que ali viviam.

e ecossistemas podem criar situações de desequilíbrios não Assim, lobos, coiotes e pumas, que são predadores dos

só para as condições físicas e químicas do meio, como também veados, sofreram uma intensa campanha de extermínio.

para a comunidade que vive na região. Essas alterações Com isso, a população de veados, que em 1907 era de

podem ser decorrentes da introdução de novas espécies cerca de 4 000 animais, passou a 100 000 em 1924, ou

de seres vivos no ambiente, da eliminação de determinadas seja, bem acima da capacidade de sustentação do ambiente.

espécies de um ambiente e da poluição ambiental. Nos dois anos seguintes, no inverno, mais de 60% dos

veados morreram de fome. Além disso, grande parte da

INTRODUÇÃO DE NOVAS

ESPÉCIES vegetação foi destruída, já que até as raízes das plantas tinham sido devoradas. Dessa forma, a produtividade

DE SERES VIVOS NO AMBIENTE

primária da área acabou diminuindo muito.)

Muitas vezes, o homem tem alterado o equilíbrio dos

ecossistemas introduzindo neles novas espécies de seres vivos, sem fazer um prévio levantamento do impacto superpopulação ambiental que isso poderá causar.

Um clássico exemplo de desequilíbrio gerado pela Capacidade de pastagem

introdução de nova espécie num ambiente foi o que ocorreu diminuída por redução da

na Austrália com a introdução do coelho europeu. O coelho Capacidade normal das pastagens = 30 000 produtividade primária europeu (*Oryctolagus cuniculus*) é originário das regiões

mediterrâneas. Por volta de 1859, 24 casais de coelhos

foram levados à Austrália, onde encontraram um ambiente população de veados (em milhares extremamente favorável, com comida farta e praticamente Po

da sua população. Como possuem um potencial biótico *Conforme pôde ser*

observado no gráfico anterior, calculou-se que em 1907 a vegetação da área era suficiente para alimentar elevado, em pouco tempo a população de coelhos aumentou nenhum parasita ou predador que regulasse o tamanho

30 000 veados; porém, em 1939, o rebanho foi estimado em

consideravelmente. Em 1887, apenas 18 anos após sua

apenas 10 000 animais, continuando muitos deles, ainda assim,

introdução, a população de coelhos havia atingido um

a morrer de fome.

tamanho tão grande que os australianos promoveram uma

enorme campanha de extermínio desses animais. Naquela A destruição de seus habitats, a caça e a pesca predatórias

ocasião, foram abatidos cerca de 20 milhões de coelhos, e, por parte do homem também têm levado inúmeras espécies

nem essa matança indiscriminada conseguiu controlá-los. à extinção. O tamanho mínimo que uma população tem de

Os coelhos devastaram as pastagens, deixando as ovelhas, atingir para não se extinguir varia de espécie para espécie.

principal riqueza da região, praticamente sem alimento, Ele depende da sua capacidade reprodutiva, da sua

causando prejuízos incalculáveis à economia do país. vulnerabilidade às influências do meio e da duração do seu

ciclo vital, entre outras coisas. Das espécies que o homem

Para se tentar reduzir a população de coelhos na Austrália, caça e pesca atualmente, muitas estão ameaçadas de

em 1950 foi introduzido naquele país o vírus da mixomatose, extinção, uma vez que suas populações já estão atingindo o

doença fatal para os coelhos. Esse vírus não representava tamanho mínimo necessário para sua manutenção. Outras,

perigo para as espécies nativas, atacando somente coelhos mesmo que a caça e a pesca parem imediatamente, já

e umas poucas espécies de lebres. não terão capacidade de se recuperar e, fatalmente, se

extingirão. Por exemplo: mesmo que a pesca às baleias

ELIMINAÇÃO DE ESPÉCIES DE seja
completamente interrompida, é provável que muitas

espécies não consigam evitar a extinção.

UM AMBIENTE Embora o fenômeno da extinção de
espécies seja comum na natureza, a extinção recente de um grande
número de

A eliminação de uma ou mais espécies de um meio espécies é
consequência da atividade humana.

onde haja um equilíbrio entre todas elas também pode Em todo o
mundo, espécies inteiras de animais e plantas

gerar consequências prejudiciais para todo o ecossistema. estão se
extinguindo rapidamente. Um cientista alemão,

Interferir no relacionamento presa/predador pode ser, Vinzens
Ziswiler, escreveu com ironia sobre as causas desse

às vezes, desastroso. Foi o que aconteceu, por exemplo, fato: “A causa
[...] o homem pode vê-la sempre que se olhar

no Planalto de Kaibab nos EUA, quando em 1907 foi iniciada no
espelho [...]”.

Editora Bernoulli 89

Frente C Módulo 24

O equilíbrio do mundo natural é extremamente complexo e Ao penetrar em nosso organismo, juntamente com o ar

delicado: clima, solo, vegetação e animais são componentes que inspiramos, o CO combina-se com a hemoglobina do

estritamente ligados entre si. Quando um desses elementos sangue, formando a carboxiemoglobina e, assim, impedindo

sofre modificação violenta, os outros também se ressentem. a ligação da hemoglobina com o oxigênio. Fica claro que a

formação de taxas elevadas de carboxiemoglobina no sangue

O homem sempre foi, e continua sendo, um dos maiores

pode causar a morte do organismo por falta de oxigenação

perturbadores desse equilíbrio. Ele é o principal responsável

adequada dos
tecidos.

pelo desaparecimento de inúmeras espécies. A caça e

a pesca indiscriminada, a poluição do ar e das águas, Em ambientes fechados, os perigos se tornam ainda

o desmatamento e a destruição de florestas trouxeram maiores, pois o CO acumula-se, podendo matar uma pessoa

graves danos ao conjunto das condições ambientais que em poucos minutos. A exposição prolongada ao monóxido

permitiam a vida de muitas espécies. de carbono pode levar à perda da consciência (desmaio)

e à morte. Por isso não se deve deixar o motor do carro

POLuição AMBIENTAL ligado em garagens
fechadas e nem em túneis, quando há

engarrafamento de trânsito. Em ambientes abertos, mais

arejados, o monóxido de carbono difunde-se (espalha-se)

Em termos ecológicos, poluição é qualquer alteração mais rapidamente na atmosfera.

desfavorável no ambiente, provocada por substâncias Nas zonas urbanas, a circulação de automóveis é,

químicas ou agentes físicos capazes de prejudicar os sem sombra de dúvida, a principal responsável pela poluição

organismos que nele vivem. atmosférica pelo monóxido de carbono. Estima-se, por

Os agentes causadores da poluição, isto é, os poluentes, exemplo, que na cidade de São Paulo sejam liberados mais

podem ser quantitativos e qualitativos. de 1 000 toneladas desse gás todo dia. Na zona rural, as

queimadas também contribuem para elevar a taxa de CO

A) Poluentes quantitativos – Existem normalmente na na atmosfera. Calcula-se que nos últimos tempos, a cada

natureza, mas, através de diversas atividades humanas, ano, são lançados na atmosfera cerca de 75,5 milhões de

são liberados em quantidades significativamente toneladas desse gás. maiores do que ocorrem naturalmente. São, portanto,

introduzidos num ecossistema em quantidade superior

Elevação da taxa de CO

àquela que ele suporta. Um bom exemplo é o que 2

(Dióxido de carbono) acontece com a taxa de CO na atmosfera. Esse gás é 2

produzido e liberado naturalmente no meio ambiente

pelos seres vivos através dos processos respiratórios. O dióxido de carbono (ou gás carbônico) é uma substância

Entretanto, quando sua concentração se torna muito que existe normalmente na atmosfera e, também, dissolvido

alta na atmosfera, ele se torna prejudicial, uma vez nas águas de rios, mares e oceanos. É indispensável à

que contribui para o aumento do chamado efeito manutenção dos ecossistemas, já que é um dos reagentes

estufa, que discutiremos mais adiante. da fotossíntese realizada por organismos produtores.

B) Poluentes qualitativos – São substâncias sintéticas e, No ciclo do carbono, vimos que o CO é retirado do meio ²

portanto, não ocorrem na natureza, sendo fabricadas ambiente pelos organismos fotossintetizantes e liberado

e liberadas pelo homem no meio ambiente, através através da respiração e da decomposição. A queima de

de diferentes atividades. São substâncias que os matéria orgânica e combustíveis fósseis também libera

seres vivos não são capazes de degradar, isto é, esse gás.

são substâncias não biodegradáveis que, por essa Durante muito tempo, a taxa de CO na atmosfera se ² razão, se acumulam no ambiente, podendo passar manteve estabilizada, devido a um certo equilíbrio entre a

através da cadeia alimentar para os seres vivos, nos produção (liberação de CO) e o consumo (retirada do CO). ^{2 2} quais exercem efeitos tóxicos e prejudiciais. Um bom Entretanto, nos últimos tempos, essa situação de equilíbrio exemplo é o inseticida DDT. foi rompida devido ao aumento da produção e à diminuição

POLUIÇÃO DO AR do consumo. O aumento da produção de CO se deve ao uso 2

cada vez maior de combustíveis fósseis, como os derivados do petróleo, e às frequentes queimadas nos ecossistemas

As substâncias poluentes encontradas em nossa atmosfera terrestres. A diminuição do consumo de CO é atribuída aos 2

podem ser gasosas ou sólidas. constantes desmatamentos e à poluição dos mares com

consequente destruição e diminuição do fitoplâncton.

Dentre os gases poluentes da atmosfera estão o CO, a alta

concentração de CO Com este desequilíbrio, evidentemente, tem aumentado, , o SO , o NO , o CFC, etc. 2 2 2 ano a ano, a taxa de CO na atmosfera. Essa elevação se 2

CO (Monóxido de carbono) constitui numa alteração desfavorável ao ambiente, uma

vez que contribui para aumentar o chamado efeito estufa.

Sabemos que a atmosfera terrestre, além de conter gases

É um gás incolor, inodoro, venenoso, proveniente, essenciais para a vida, exerce também um papel comparado

principalmente, da combustão incompleta de moléculas ao de uma estufa ou cobertor, que aquece a superfície do nosso

orgânicas. Sua maior fonte emissora é o escapamento dos planeta. Sabe-se que a maior parte da radiação solar que

veículos de motor a combustão. atinge o solo é refletida na forma de radiação infravermelha.

Desequilíbrios ambientais

Gases atmosféricos, como o vapor-d'água, o gás carbônico, Essa “chuva ácida” pode acarretar danos materiais (corrosão

o metano e outros, absorvem essas radiações e irradiam o de carroceria de automóveis, grades metálicas, mármore,

infravermelho em todas as direções, inclusive de volta para parede de edifícios), envenenamento de rios (causando a

a superfície terrestre, que se aquece. morte de peixes diversos) e danos às folhas de inúmeras

espécies vegetais, comprometendo a produtividade.

Em certos países europeus, onde a produção de energia é baseada na queima de carvão e óleo diesel, as chuvas ácidas têm sido responsáveis por grandes danos à vegetação, além de corroerem construções e monumentos. Na Alemanha e

Atmosfera Luz

na Holanda, por exemplo, estima-se que 50% das florestas

Infravermelho

naturais já foram destruídas pelas chuvas ácidas.



A presença de SO₂ em altas taxas na atmosfera pode exterminar quase totalmente muitas espécies vegetais ou comprometer seriamente a produtividade de plantas cultivadas. Os líquens, por exemplo, são frequentemente

Efeito estufa: dizimados pelo SO₂, daí serem considerados como 2 Superfície da Terra cada vez mais quente indicadores de poluição por esse gás.

A atmosfera terrestre, da mesma forma que o vidro de uma estufa, permite a passagem de luz, porém impede que o calor

NO e NO₂ (óxidos de nitrogênio)

Aparecem na atmosfera provenientes da atividade dos motores de combustão (automóveis, aviões), das indústrias (radiação infravermelha) escape. É o efeito estufa.

Acredita-se que o aumento da concentração de CO₂ que usam carvão mineral e derivados do petróleo como fonte na atmosfera possa provocar elevação da temperatura de energia, das queimadas e também pelo uso excessivo na agricultura de fertilizantes nitrogenados.

gases que provocam o efeito estufa continuar a aumentar, Alguns cientistas acreditam que, se a concentração dos

Esses gases, além de contribuírem para a destruição OLO da camada de ozônio (O), também podem provocar 3 devemos esperar uma elevação de 4 a 5 °C na temperatura Bi ulcerações e irritações na pele e nas vias respiratórias com mundial, nos próximos 50 anos. lesões pulmonares graves. Além disso, o NO (dióxido de 2

Um aumento dessa ordem poderá provocar modificações nitrogênio), à semelhança do que acontece com o SO, pode 2

climáticas em todo o planeta. Nas regiões tropicais, por reagir na atmosfera com a água e originar substância ácida,

exemplo, ocorreriam tempestades torrenciais. Nas regiões que, no caso, é o ácido nítrico (HNO). Esse ácido, por sua 3 temperadas, o clima poderia se tornar mais quente e seco. vez, pode se precipitar com a chuva (chuva ácida). As regiões polares poderiam ter grande parte do gelo

derretida, com elevação do nível dos mares e inundação de Os danos causados no organismo humano pelas chamadas

cidades litorâneas e planícies. chuvas ácidas são ainda bastante discutidos pelos médicos

e cientistas. Tudo indica que as partículas ácidas presentes

na chuva têm efeito cumulativo sobre o organismo, podendo

SO (Dióxido de enxofre) acelerar o

desenvolvimento de doenças em pessoas menos 2 saudáveis. Em geral, antes de alcançarem os pulmões, as

Esse gás é liberado na atmosfera através da atividade partículas se acumulam no nariz e na garganta. Quando

vulcânica, da decomposição natural da matéria orgânica isso acontece, pioram os casos de asma, rinite (inflamação

e da combustão de carvão mineral, petróleo e derivados. da mucosa do nariz) e sinusite alérgica. Se as partículas

mineral e de óleo combustível são as que mais têm As indústrias que obtêm energia pela queima do carvão infiltram nos brônquios, reduzem os seus mecanismos de ácido sulfúrico e ácido nítrico solúveis na chuva se

contribuído para a elevação da taxa de SO na atmosfera. 2 de defesa contra infecções, predispondo ao aparecimento

Muitas indústrias também liberam o H S (gás sulfídrico), que, 2 de broncopneumonias. Se chegam aos pulmões, podem

na atmosfera, é rapidamente convertido em SO . 2 aumentar os riscos de enfisemas.

Enquanto o H S, com seu cheiro característico de ovo 2 **CFC**
(Clorofluorcarbono)

podre, oferece pouco perigo para o homem, o SO₂ provoca irritação dos olhos, da pele, da mucosa nasal

e da garganta, como também bronquites (inflamação Também conhecido por freon, esse gás, criado em

dos brônquios), estreitamento dos bronquíolos, asma 1928, tem sido empregado largamente como propelente

e até enfisema pulmonar e morte. Além disso, o SO em vários tipos de aerossóis, como também na indústria 2

na atmosfera, reagindo com vapor-d'água, pode originar de refrigeração (geladeiras e condicionadores de ar).

o ácido sulfúrico (H SO) que, por sua vez, pode se precipitar 2 4 Esse gás, assim como os óxidos de nitrogênio, exerce um

sobre a superfície terrestre junto com as chuvas. efeito destrutivo sobre a camada de ozônio (O₃).

Editora Bernoulli 91

Frente C Módulo 24

A camada de ozônio é uma faixa gasosa situada entre cerca Em muitos países, os altos níveis de chumbo verificados no

de 15 e 45 km acima da superfície terrestre e atua como sangue das pessoas fizeram com que se abandonasse o uso

um verdadeiro escudo protetor, capaz de filtrar o excesso de aditivos à gasolina contendo chumbo em sua composição.

da radiação ultravioleta que incide sobre a Terra. O Brasil produz gasolina sem chumbo desde 1989.

O excesso de radiação ultravioleta é extremamente Esses são alguns poluentes encontrados no ar atmosférico,

prejudicial aos seres vivos, devido aos seus efeitos especialmente no das grandes cidades e no das áreas mais

mutagênicos e cancerígenos. industrializadas. O fenômeno atmosférico da inversão

A maior incidência da radiação ultravioleta sobre a térmica, que ocorre em certas épocas do ano, principalmente

superfície da Terra poderá provocar um aumento na taxa no inverno, pode contribuir ainda mais para agravar a

de mutações nos seres vivos e também elevar o número poluição atmosférica. de casos de câncer de pele nas pessoas. O excesso dessa

O fenômeno da inversão térmica, como o próprio nome radiação também poderá afetar a produtividade de inúmeras

indica, consiste numa inversão da temperatura das camadas culturais agrícolas e comprometer a atividade do fitoplâncton, de ar superiores e inferiores. Normalmente, o ar que fica mais com prejuízos sobre as cadeias alimentares dos ecossistemas próximo da superfície terrestre é mais quente, enquanto o das aquáticos e terrestres. Admite-se, ainda, que o clima do camadas mais superiores da atmosfera é mais frio. Nessas planeta sofreria modificações, com a superfície terrestre condições, o ar frio (mais denso) desce, enquanto o ar mais tornado-se mais quente.

comprometendo-se a parar completamente a produção Muitos países, inclusive o Brasil, assinaram um documento de ar entre as altas e baixas camadas da atmosfera. O ar quente (menos denso) sobe, acarretando um fluxo contínuo

quente, ao subir, carrega muitos poluentes, principalmente e a utilização do CFC. gasosos, facilitando, assim, a dispersão deles.

Partículas sólidas em suspensão

Alterações climáticas, principalmente no inverno, podem

inverter a situação descrita acima. Assim, o solo esfria ou o ar

no ar das camadas superiores se aquece, de maneira que o ar das camadas inferiores, agora mais frio, não sobe, interrompendo

Além dos poluentes gasosos, muitos resíduos sólidos o fluxo de ar entre as altas e as baixas camadas da

prejudiciais existem em suspensão no ar. São de vários atmosfera. Com isso, há um aumento da concentração de

tipos e se originam de diferentes fontes. Como exemplos, poluentes nas camadas mais inferiores do ar. Esse fenômeno,

podemos citar: partículas de sílica, partículas de amianto e quando acontece, agrava ainda mais a poluição atmosférica,

partículas de chumbo. uma vez que os poluentes ficam retidos e concentrados no

A inspiração de partículas de sílica pode acarretar uma ar inferior. Esse ar com maior concentração de poluentes,

doença grave, a silicose, que leva à formação de um estacionado sobre uma cidade, por exemplo, contribui para

tecido fibroso nos pulmões, reduzindo progressivamente que haja um aumento significativo de pessoas afetadas por

a capacidade respiratória do indivíduo, podendo, inclusive, doenças, principalmente respiratórias. Essa névoa contendo

levá-lo à morte. Essa doença é mais frequente em pessoas diversos poluentes é conhecida por *smog* (palavra inglesa

que trabalham em ambientes ricos em sílica, como interior formada pela contração de *smoke*, fumaça; e *fog*, névoa).

de minas e áreas de exploração de minérios.

Sem inversão Com inversão

Partículas de amianto, quando inaladas, causam uma



doença chamada asbestose que, à semelhança da silicose,



caracteriza-se pela formação de tecido fibroso no pulmão.

Ar frio Ar quente

Além disso, o amianto tem efeito comprovadamente cancerígeno e, assim, quando partículas desse material são

inspiradas junto com o ar, aumentam-se as probabilidades

de se desenvolver o câncer pulmonar. O amianto está

Ar quente

presente em diversos materiais, como na lona de freios Ar frio de automóveis. Assim, cada vez que um carro é freado,

desprendem-se algumas partículas de amianto.

Partículas de chumbo têm origem em diversas indústrias

(indústria de cristais, fundições). Nos países onde se usa

o tetraetilato de chumbo (chumbo-tetraetila) como

aditivo da gasolina, a queima desse combustível pelos

automóveis também libera resíduos contendo chumbo.

O acúmulo de chumbo em nosso organismo causa uma

A poluição do ar, embora não possa ser evitada totalmente

altamente tóxicos no metabolismo celular, uma vez de forma eficaz, pode e deve ser controlada de modo a doença chamada saturnismo. O chumbo provoca efeitos

minimizar os seus efeitos altamente nocivos.

que atua como inibidor enzimático. Um indivíduo com

saturnismo apresenta perturbações nervosas, nefrites Muitas indústrias lançam diariamente na atmosfera uma

crônicas, paralisia cerebral e confusão mental, além mistura de gases contendo, muitas vezes, numerosas

de ter a síntese de hemoglobina afetada, o que provoca partículas sólidas em suspensão. O lançamento dessas

anemia. Por vezes, a intoxicação pelo chumbo afeta partículas sólidas na atmosfera pode ser reduzido através

o sistema digestório, causando cólicas, vômitos e náuseas. de diferentes métodos.

Desequilíbrios ambientais

Além dos poluentes sólidos, não podemos nos esquecer

POLuição DA Água

dos gasosos, que muitas vezes podem passar despercebidos

por serem incolores ou inodoros. Contra eles, também

existem medidas que, quando adotadas corretamente, Qualquer alteração que torne os ecossistemas aquáticos

contribuem para a redução dos mesmos na atmosfera. impróprios às formas de vida que normalmente eles

abrigam se constitui num fenômeno de poluição da água.

Muitos dos poluentes gasosos têm origem na combustão Tais alterações podem ser causadas pelo lançamento

incompleta, isto é, os combustíveis utilizados por muitas nesses ecossistemas de excesso de dejetos orgânicos

indústrias e também pelos veículos não são inteiramente (esgotos domésticos e industriais), por inúmeros tipos de

queimados, dando origem a gases tóxicos e venenosos, substâncias químicas que são despejadas por diferentes tipos

como CO, NO e SO . Para esses poluentes também existem 2 2 de indústrias, por agrotóxicos diversos que são aplicados

“filtros” para atenuar a liberação deles na atmosfera. nas lavouras e que através de enxurradas chegam até os

Os catalisadores, utilizados no escapamento dos automóveis,

cursos-d'água, pelo derramamento de petróleo, etc.

por exemplo, transformam o monóxido de carbono e

compostos voláteis em CO e H₂O. 2.2 Um dos tipos de poluição da água é desencadeado pela

eutrofização ou eutroficação (enriquecimento com nutrientes)

Outra alternativa é a de substituir, quando possível,

dos cursos-d'água, devido ao excesso de dejetos orgânicos os combustíveis derivados do petróleo por formas alternativas

(lixo, esgoto doméstico, esgoto industrial) contendo de energia menos poluentes, como a energia elétrica.

nutrientes diversos, suscetíveis de sofrerem decomposição

As principais indústrias automobilísticas têm desenvolvido

por parte de muitas espécies de micro-organismos.

pesquisas nesse sentido. O carro elétrico, embora ainda

não tão eficiente quanto o que usa motor a explosão, Um clássico exemplo de eutrofização é o resultante

já é uma realidade. do lançamento excessivo de esgotos domésticos nos A cursos-d'água. O excesso de resíduos orgânicos O rodízio de veículos e o estímulo ao uso do transporte gi contendo nutrientes na água (excesso de alimento) coletivo, principalmente nos grandes centros urbanos, além

de melhorarem as condições de trânsito, também contribuem favorece o desenvolvimento de uma superpopulação OLO de micro-organismos decompositores, notadamente bactérias para a diminuição do lançamento de poluentes na atmosfera. Bi aeróbias. Evidentemente, com o aumento da população desses Para isso, entretanto, é preciso que a população tenha à sua

disposição uma rede eficiente, digna e segura de transporte micro-organismos aeróbios, há um aumento do consumo de

coletivo. Só assim, as pessoas que normalmente usam oxigênio (O₂). O consumo de oxigênio pelas comunidades 2 o automóvel particular se sentirão estimuladas a utilizar aquáticas é conhecido por D.B.O. (Demanda Bioquímica de

os meios de transporte coletivo. Oxigênio). Pode-se dizer, então, que há um aumento da D.B.O.

Medidas para reduzir a poluição atmosférica existem. Por outro lado, o excesso de despejo de resíduos orgânicos

O que falta, com raras exceções, é a sua adoção por parte torna as águas cada vez mais turvas, dificultando a entrada

dos governantes e dos grandes complexos industriais. Muitas de luz e, consequentemente, diminuindo a atividade de

dessas medidas, evidentemente, entram em choque com fotossíntese realizada pelos produtores. O resultado é menos

os interesses econômicos devido aos custos elevados da O disponível no ambiente, uma vez que o consumo total de ² aquisição e da manutenção dos equipamentos antipoluentes. oxigênio por parte da comunidade torna-se maior do que

Daí a necessidade de uma legislação ambiental rígida que sua produção através da fotossíntese e, também, maior

obrigue a instalação e manutenção de filtros antipoluentes

do que sua entrada por difusão pela superfície da água.

nas indústrias. Mas não basta apenas a criação de leis Assim, a taxa de O dissolvido na água vai se reduzindo ²

de proteção ao meio ambiente. É preciso que elas sejam

acentuadamente com o decorrer do tempo e, com isso, cumpridas. É preciso uma fiscalização atuante e permanente,

acarretando a morte por asfixia de espécies aeróbias. que penalize duramente os infratores.

O ambiente, então, passa a ter uma nítida predominância de

Algumas medidas, por outro lado, não requerem custos organismos anaeróbios, como algumas espécies de bactérias

muito elevados e são de fácil aplicação. É o caso, por exemplo, e protozoários, que obtêm energia dos alimentos através de

da instalação e preservação de áreas verdes, principalmente processos fermentativos. Essas fermentações, muitas vezes,

em centros urbanos e suas proximidades, pois os vegetais produzem substâncias malcheirosas, como o ácido sulfídrico

atuam como barreiras e “filtros” antipoluidores, absorvendo (H S), que tem odor semelhante ao de ovo podre. ² muitas substâncias tóxicas presentes no ar. Também

a educação e a conscientização de todos são bastante A seguir, temos a sequência de eventos num curso-d'água,

necessárias para ajudar a preservar essas áreas, evitando a partir do

momento em que o mesmo começa a receber

os atos de vandalismo praticados contra nossas árvores. um volume muito grande de dejetos orgânicos.

Editora Bernoulli 93

Frente C Módulo 24

Excesso de dejetos orgânicos

Turvação Aumento da disponibilidade de alimento

Diminuição da taxa Aumento da população
de fotossíntese de decompositores

Diminuição da produção de O_2 Aumento da D.B.O. (aumento do consumo de O_2)

Diminuição da taxa de O_2 no meio

Redução e / ou desaparecimento de Aumento de espécies anaeróbicas
espécies aeróbicas

Liberação de substâncias de odor
desagradável através de processos
fermentativos

Devido a essa sequência de eventos, desencadeada Além dos coliformes, as águas podem conter outros

pela eutrofização por esgotos humanos, os rios que micro-organismos, inclusive espécies patogênicas indicando

banham as grandes cidades do mundo tiveram sua flora a contaminação. Dosagens ou medidas constantes

e fauna destruídas, tornando-se verdadeiros esgotos a céu do número de coliformes presentes nas águas de diversas

aberto, com águas totalmente impróprias para o consumo praias do nosso litoral têm mostrado, muitas vezes,

da população. É o que aconteceu, por exemplo, com o Ribeirão a contaminação e, por isso, os banhos de mar nessas regiões

Arrudas, em Belo Horizonte, e com o Rio Tietê, em São Paulo.

têm sido desaconselhados em determinadas ocasiões.

O lançamento de esgotos nos rios acarreta, ainda,

a propagação de doenças causadas por vermes, bactérias O tratamento dos esgotos consiste na remoção das

e vírus, como também contribui para a poluição atmosférica, impurezas e na redução de micro-organismos neles presentes,

uma vez que pode liberar H com a finalidade de evitar que os dejetos, ao serem lançados S que, na atmosfera, é convertido 2

em SO no rio ou no mar, causem alterações indesejáveis ao meio. , cujos efeitos nocivos já foram discutidos. 2

Para o combate à poluição das águas, causada pelo Com esse procedimento, é perfeitamente possível evitar,

lançamento de esgotos contendo dejetos orgânicos, existem diminuir e até eliminar a poluição de rios, lagos e mares,

muitas medidas que, quando aplicadas de modo correto, causada pela eutrofização. Na verdade, a melhor solução

ao lado de uma legislação eficiente, muito contribuem para para o esgoto é o seu tratamento e reaproveitamento.

evitar a degradação dos ecossistemas aquáticos. Uma das A água dos esgotos, uma vez removidas as impurezas e

medidas mais eficientes nesse sentido consiste na construção desinfetada, isto é, eliminados os organismos patogênicos

de estações de tratamento e reciclagem dos esgotos. nela presentes, pode ser reaproveitada, por exemplo,

O lançamento de esgotos *in natura* nos ecossistemas para sistemas de irrigação, oferecendo, nesse caso,

aquáticos, além de causar a destruição de muitas vantagens sobre a água de outras fontes, uma vez que

espécies da comunidade, notadamente das aeróbicas,

apresenta uma série de compostos e elementos químicos

traz sérios riscos de propagação de doenças causadas

que enriquecem o solo e nutrem as plantas. Também os

por vermes, bactérias, fungos e vírus patogênicos, que

resíduos semissólidos, que formam o chamado lodo orgânico,

podem ser encontrados junto aos dejetos orgânicos.

Muitas cidades litorâneas, por exemplo, despejam seus resultante do tratamento dos esgotos, é aproveitado num

esgotos diretamente no mar, sem tratamento prévio. processo de biodigestão, quando determinadas espécies de

Isso faz com que muitas praias utilizadas por banhistas bactérias anaeróbicas o utilizam para fazer fermentações

se constituam em um sério risco para a saúde pública. que produzem o gás metano. Por ser um combustível,

Um bom indicador do grau de poluição das águas por o gás metano pode ser utilizado inclusive para fornecer

fezes humanas (esgotos domésticos) é a grande quantidade energia para o funcionamento do maquinário da estação de

de bactérias coliformes, como a *Escherichia coli*, presente na tratamento ou para outra finalidade.

água. Essas bactérias normalmente vivem em nosso intestino A figura a seguir mostra um esquema de uma estação de

em regime de comensalismo sem nos causar maiores problemas. tratamento de esgotos.

94 Coleção Estudo

Desequilíbrios ambientais

Esgoto

Ar Retorno de

resíduos

CH (metano) 4

A

C

E

B

Tela Resíduos

sólidos Câmara de secagem

Esquema de uma estação de tratamento de esgoto – Na estação esquematizada na figura, o esgoto recebido, depois de passar por uma tela que retém papel, folhas, ramos, pedras etc., entra em um tanque de sedimentação (A). Nesse tanque, os componentes mais pesados se depositam, separando-se da parte líquida, e começam a sofrer a ação da atividade microbiana. A parte líquida, então, circula por grandes tubos (B), nos quais o ar é bombeado continuamente. Nesses tubos, agem micro-organismos aeróbios

que, dispondo de O₂, decompõem totalmente, em algumas horas, o material recebido. Dos tubos (B), o material passa para outro

tanque (C), de onde a parte líquida passa para o compartimento (D), onde sofre a ação do cloro, que mata os micro-organismos. É essa água, praticamente pura, que poderá ser lançada num rio, lago, mar ou, então, ser conduzida para uma estação de tratamento de água para ser reaproveitada. Cerca de 10% da lama ou lodo que sobram em (C) voltam para (B) para manter em atividade as bactérias

aeróbias, e cerca de 90% vão para os tanques digestivos (E), onde estão bactérias anaeróbias. Nesses tanques digestivos (E), formam-se A

dois tipos de materiais: materiais não digeridos pelas bactérias e metano, um gás que elas produzem na fermentação. Os materiais gi

não digeridos são recolhidos em outra câmara (F), onde secam, transformando-se em uma

pasta que pode ser usada como fertilizante.



O metano, sendo um combustível, pode ser empregado para diversas finalidades, inclusive como fonte de energia para o maquinário **OLO**



da própria estação de tratamento. **Bi**



Quando não existem estações de tratamento A “floração das águas” é outro exemplo de eutrofização



e reaproveitamento dos esgotos, algumas medidas, se não e resulta do enriquecimento das águas com sulfatos e



as ideais, ajudam a reduzir os efeitos nocivos da poluição dos nitratos provenientes, principalmente, dos fertilizantes



cursos-d’água pelos esgotos. Uma delas é a escolha de um (adubos químicos) utilizados nas lavouras. Quando as



curso-d’água cujo tamanho seja compatível com a quantidade águas se tornam ricas nesses nutrientes, há uma excessiva



proliferação das algas microscópicas que vivem nas camadas



de dejetos orgânicos nele despejado. Pequenos volumes de

mais superficiais, formando um “tapete” sobre as águas

esgoto podem condenar um pequeno rio, porém podem ser

que impede a penetração da luz e, conseqüentemente, da

totalmente inofensivos num rio de maior porte. A escolha deve fotossíntese nas camadas mais profundas. Assim, as algas

recair também sobre os cursos-d’água que apresentam maior e plantas aquáticas que vivem nas águas mais profundas

capacidade de aeração. Sabe-se que um rio encaichoeirado morrem, e seus cadáveres, em grande quantidade, começam

ou que possui quedas-d’água renova seu oxigênio mais a sofrer ação dos decompositores. Com isso, a população de

rapidamente do que um rio muito lento. decompositores aumenta, aumentando também o consumo

de oxigênio. O resultado é a diminuição do oxigênio dissolvido

Um outro recurso seria aumentar a oxigenação dos na água e, conseqüentemente, a morte dos seres aeróbios.

curtos-d'água onde são despejados os esgotos. Rios menos Em pouco tempo, a atividade decompositora aeróbia cede

■

encaicheirados, com poucas quedas-d'água, assim lugar para os decompositores anaeróbios. como lagos e lagoas que recebem dejetos orgânicos,

■

Diversas indústrias, usinas e diferentes atividades

■

podem ser oxigenados artificialmente, seja por

■

humanas vêm lançando nas baías, rios, lagoas e mares

■

técnicas de borbulhamento de ar comprimido, seja por um grande número de produtos tóxicos, como metais

■

agitação mecânica. pesados, agrotóxicos, detergentes, petróleo, etc. Muitos

■

desses produtos não são biodegradáveis, isto é, não

■

Nas cidades litorâneas que lançam seus esgotos diretamente

■

são decompostos pelos organismos ou, então, sofrem

■

no mar, uma medida que, embora não seja a solução perfeita, um processo de degradação muito lento. Por isso, tais

ajuda a diminuir a poluição das águas pelos dejetos orgânicos
substâncias acumulam-se no meio ambiente e, através das

é a construção dos chamados “interceptores oceânicos cadeias
alimentares, podem passar para os seres vivos,

submarinos” ou “emissários oceânicos” que conduzem intoxicando-os
e causando doenças que podem ser até fatais,

e despejam os esgotos a grande distância, mar adentro. inclusive para
o próprio homem.

Editora Bernoulli 95



Frente C Módulo 24

Os detergentes aparecem nos ecossistemas aquáticos Esse mercúrio
evaporado é, em grande parte, inalado pelo

como resultado das lavagens domésticas e industriais próprio garimpeiro, intoxicando-o. O mercúrio utilizado nas

diversas. Normalmente, chegam aos cursos-d'água através zonas de garimpo também pode contaminar as águas dos rios

da rede de esgotos. e passar para os seres vivos através das cadeias alimentares.

O s d e t e r g e n t e s n ã o b i o d e g r a d á v e i s (c o m o o Resíduos de chumbo provenientes de indústrias diversas

alquilbenzenosulfonato, muito utilizado pelas indústrias) também são lançados nos cursos-d'água e, à semelhança

chegam, em certos casos, a formar sobre a superfície do mercúrio, podem, via cadeia alimentar, passar para

das águas “montanhas de espumas” brancas conhecidas os seres vivos. Em nosso organismo, conforme já vimos,

como “cisnes-de-detergentes”. Essas espumas diminuem o acúmulo de chumbo acarreta uma doença grave chamada

a capacidade de oxigenação da água, pois reduzem saturnismo.

a penetração do O nesses ecossistemas, afetando 2 Pesticidas, praguicidas ou agrotóxicos são produtos as diversas formas de vida aeróbica do meio. Até as aves químicos utilizados para combater as pragas animais ou que buscam alimentos nesses ecossistemas podem ser vegetais que prejudicam o homem e as plantas cultivadas. diretamente prejudicadas. É sabido que as aves possuem Dependendo das pragas a que se destinam, podem ser uma glândula chamada uropigiana, que produz uma secreção denominados inseticidas (para o combate de insetos), gordurosa para impermeabilizar suas penas, evitando fungicidas (para o combate aos fungos), raticidas (para seu encharcamento quando em contato com a água. o combate aos ratos), herbicidas (para o combate às Quando, no entanto, elas nadam em águas com elevada ervas daninhas), etc. Algumas dessas substâncias, como taxa de detergentes, essa secreção é retirada, as penas os inseticidas fosforados (Malathion, Parathion, etc.), se encharcam e a ave acaba morrendo afogada. embora dotados de médio e curto poder residual, pois são

Águas com elevadas taxas de detergentes também trazem degradados no ambiente de forma relativamente rápida, são prejuízos para o homem quando são utilizadas para beber, muito tóxicos e, quando introduzidos em nosso organismo, preparar alimentos, etc. Nesse caso, os detergentes causam podem inibir a ação de enzimas importantes que atuam destruição da microbiota intestinal humana. na condução dos impulsos nervosos, causando tremores,

Os detergentes, inclusive os que são biodegradáveis, até morte. Já os inseticidas clorados (Eldrin, Aldrin, BHC, paralisia muscular temporária, dificuldades respiratórias e podem ainda enriquecer as águas com substâncias DDT, etc.), embora menos tóxicos do que os fosforados, fosfatadas, favorecendo um processo de eutrofização. são dotados de médio e alto poder residual e, por isso, As populações de bactérias decompositoras, tendo muito podem se acumular nos ecossistemas por longos períodos alimento disponível, aumentam exageradamente, passam de tempo. Esses inseticidas têm uma notável resistência a consumir grande parte do oxigênio dissolvido na água, à biodegradação, podendo, em média, persistir ativos de reduzindo a disponibilidade de O₂, afetando ainda mais os 2 dez a quinze anos no ambiente. Do ambiente podem ser seres aeróbicos aquáticos. introduzidos nos seres vivos através das cadeias alimentares,

Resíduos contendo metais pesados, como o mercúrio aumentando a concentração a cada elo. O acúmulo desses e o chumbo, altamente tóxicos para os seres vivos, inseticidas nos organismos afeta principalmente os sistemas também são lançados nos cursos-d'água por diferentes nervoso e respiratório, podendo, inclusive, causar a morte.

indústrias e atividades humanas. Esses resíduos Além disso, esses inseticidas ameaçam de extinção diversas

acumulam-se no ambiente e, através da cadeia alimentar, espécies de animais, principalmente aves, pois, além de

chegam aos seres vivos, aumentando a concentração a cada causarem esterilidade, agem sobre a casca dos ovos,

nível trófico da cadeia. diminuindo sua calcificação, enfraquecendo-a e impedindo

o desenvolvimento completo do embrião.

O envenenamento pelo mercúrio pode ocorrer pela

ingestão de sais solúveis de mercúrio ou pela inalação O uso abusivo de inseticidas tem proporcionado também,

de vapores de mercúrio. Em nosso organismo, os resíduos através da seleção natural, o aumento das populações

de mercúrio depositam-se principalmente no sistema de insetos resistentes, alguns dos quais já estão sendo

nervoso. As pessoas podem ficar cegas, com mãos chamados de “superinsetos” devido à grande dificuldade de

e pés retorcidos, corpo esquelético e o sistema nervoso sua erradicação com o uso de substâncias químicas.

deteriorado, podendo vir a falecer. Uma medida que muito ajudaria a combater a poluição

Um exemplo trágico por contaminação pelo mercúrio dos cursos-d'água seria o uso correto, principalmente

ocorreu no Japão, em 1953, quando uma indústria lançou por parte dos agricultores, dos pesticidas ou agrotóxicos.

na baía de Minamata resíduos com mercúrio, usado como Um grande problema do uso dessas substâncias químicas

catalisador. Através da cadeia alimentar, o mercúrio está nos abusos praticados pelo homem. Para os pesticidas

despejado nas águas dessa baía passou para as algas, vale a mesma

observação aplicada em muitos medicamentos:

moluscos e peixes. A contaminação desses alimentos pelo o limite entre o veneno e o remédio está na dosagem

homem vitimou cerca de 120 pessoas que tiveram perda da aplicada. De fato, muitas dessas substâncias químicas são

coordenação dos movimentos, dificuldades no falar, ouvir com frequência utilizadas em doses muito superiores àquelas

e comer. Algumas crianças, afetadas durante o período de necessárias. Como consequência, temos o envenenamento

gestação, nasceram anormais. das águas, do solo e dos alimentos, com efeitos desastrosos

para a nossa saúde. É necessário que se façam campanhas de

Em nosso país, a atividade de garimpagem ilegal do ouro esclarecimento, principalmente junto aos agricultores, sobre o

ainda utiliza o mercúrio, que forma uma amálgama (mistura) uso correto e adequado dos pesticidas. Paralelamente, faz-se

com o ouro. Em seguida, com o uso de maçaricos, o garimpeiro necessário também um aumento da fiscalização da fabricação,

faz evaporar o mercúrio, obtendo, então, o ouro desejado. comercialização e uso dessas substâncias.

96 Coleção Estudo

Desequilíbrios ambientais

A substituição, sempre que possível, do combate químico Também as aves marinhas piscívoras, ao entrarem

pelo combate ou controle biológico é outra medida que muito em contato com o óleo, perdem o “colchão” de ar retido

contribui para combater a poluição ambiental. entre as penas, fato que representa a perda de um meio

O controle biológico consiste em combater espécies de proteção contra o frio. Além disso, com as penas molhadas

que são nocivas ao homem e às lavouras, eliminando ou e impregnadas de petróleo, não podem mais se deslocar

reduzindo os prejuízos causados por elas, sem causar à cata de alimentos; na tentativa de se livrarem do óleo,

danos ao ambiente e às outras espécies. Quando bem ingerem-no, morrendo intoxicadas. Dissecções em muitas

planejado por técnicos especializados, o controle biológico dessas aves mostram lesões no fígado, nas glândulas

traz nítida vantagem em relação ao uso de pesticidas, uma suprarrenais, impermeabilização de mucosas e destruição

vez que não polui o ambiente e não causa desequilíbrio nos da microbiota intestinal. ecossistemas. Entre as diversas modalidades de controle

Também pode ocorrer a poluição física da água, que biológico, podemos citar:

consiste, principalmente, na poluição térmica, isto é, no

A) Introdução no ambiente de um inimigo natural aquecimento das águas naturais pela introdução de água ainda

(predador ou parasita) da espécie nociva que muito aquecida, utilizada na refrigeração de maquinários de

se quer combater – Sua finalidade é diminuir centrais elétricas, usinas nucleares, refinarias, siderúrgicas e

a densidade populacional da espécie nociva, diversas outras indústrias. A elevação da temperatura da água

mantendo-a em níveis compatíveis com os recursos afeta a solubilidade do O_2 , fazendo com que esse gás escape do meio

ambiente. Como exemplo desse tipo de mais rapidamente para a atmosfera, conseqüentemente, controle biológico, podemos citar: acarretando uma diminuição da sua disponibilidade na água

- com prejuízos para a vida aquática aeróbia. O impacto *Baculovirus anticarsia*: vírus utilizado no

combate à lagarta-da-soja. térmico, ainda, exerce efeito nocivo para muitas espécies

- *Coccinella septempunctata*: inseto conhecido suportam grandes variações de temperatura. popularmente como joaninha, que atua como aquáticas que são estenotérmicas, isto é, espécies que não

predador de diversas espécies de pulgões. Esse tipo de poluição é facilmente combatido e evitado, A

B) Controle genético pela liberação de machos da refrigeração do maquinário de muitas indústrias, sejam gi bastando que essas águas muito aquecidas, provenientes

biológico, que consiste na esterilização de machos, esfriadas e, posteriormente, reaproveitadas ou, então, OLO já utilizada com sucesso com algumas espécies de lançadas num curso-d'água. **estéreis** – Trata-se

de uma modalidade do controle
coletadas em tanques ou reservatórios
apropriados,

insetos, por exemplo, no combate aos mosquitos **Bi**
anofelinos. Consiste em criar em laboratório milhares

de mosquitos da espécie a ser
controlada. As pupas
DESTRUIÇÃO E POLUIÇÃO DO que
originarão machos são tratadas por raio X ou por

um produto
químico esterilizante,
transformando-se, **SOLO** assim, em
machos potentes, porém estéreis. Esses

machos são então soltos no ambiente, em pontos

estratégicos, indo copular as fêmeas, que não Direta ou indiretamente
relacionado com a agricultura e

produzirão ovos férteis. Assim, com o decorrer do a pecuária, o solo é
substrato para importantes fontes de

tempo, há uma diminuição da população desses sustento para a
humanidade e muitas outras espécies de

insetos no ambiente. seres vivos. Entretanto, diversos fatores e
atividades vêm

O controle biológico, entretanto, pode trazer consequências
provocando, especialmente nos últimos tempos, a destruição

desastrosas quando aplicado sem um estudo prévio do de várias regiões originalmente férteis. Calcula-se que

comportamento das espécies envolvidas. Um exemplo extensas áreas de solo são perdidas anualmente devido ao

célebre de controle biológico malsucedido, conforme já foi desmatamento e às práticas incorretas de agricultura. Muitas

visto, ocorreu na Austrália, quando houve a introdução de áreas cultiváveis também desaparecem com a construção

coelhos com o propósito de se combater ervas daninhas de edifícios e estradas nos países desenvolvidos. Para se ter

que infestavam os pastos que serviam de fonte de alimento uma ideia, o estado de São Paulo, por exemplo, tem hoje

para o gado. apenas 5 a 6% de sua vegetação original, quando o mínimo

O petróleo, importante combustível com larga utilização recomendado por organizações mundiais é de 30%.

pelo homem, também pode se constituir num poluente. Não A destruição dos solos afeta os seres vivos de várias

raro, os ecossistemas aquáticos, notadamente os marinhos, maneiras: diminui a produção de alimentos, aumenta

são vítimas de grandes derramamentos de petróleo a poluição do ar, provoca desequilíbrios ecológicos, impede

decorrentes de acidentes com navios petroleiros e com a fixação do homem no campo, gerando problemas sociais, etc.

que se formam sobre a superfície das águas dificultam Entre as principais causas de destruição dos solos, temos: plataformas de exploração. As imensas manchas negras

a penetração dos raios luminosos,

diminuindo a atividade

Desmatamento

fotossintética do fitoplâncton e, consequentemente,

a oxigenação da água. A difusão do O do ar para a água 2 Uma das consequências mais graves do desmatamento ou do mar é também afetada. Além disso, o petróleo adere às

brânquias de peixes e outros animais marinhos, impedindo desflorestamento é a instalação na área devastada de um

as trocas respiratórias, matando-os por asfixia. processo acelerado de erosão.

Editora Bernoulli 97

Frente C Módulo 24

A vegetação natural protege o solo de diversas maneiras.

Monocultura

A transpiração constante das folhas provoca uma distribuição

mais uniforme das chuvas, que, com a remoção das matas, O cultivo de um único tipo de planta em áreas extensas

passam a ser torrenciais, favorecendo a ocorrência de provoca o rápido esgotamento de certos nutrientes

inundações. A vegetação densa também protege contra os do solo e, por ser um ambiente extremamente simplificado,

ventos e evita o impacto direto da água das chuvas no solo. esse tipo de cultura é muito suscetível ao ataque de pragas.

Além disso, as raízes das plantas contribuem para reter a água. Em vista disso, a monocultura necessita do uso constante de

das chuvas, impedindo ou diminuindo a formação de enxurradas. adubos, de fertilizantes químicos e de pesticidas. O excesso

Com a retirada da cobertura vegetal protetora, os ventos e as de fertilizantes químicos destrói os micro-organismos do

enxurradas arrastam a camada superficial do solo, deixando-o húmus, contamina alimentos e pode provocar a eutrofização

mais exposto ao sol. Assim, a camada fértil de húmus e dos cursos-d'água da região. Os pesticidas, conforme

micro-organismos decompositores é rapidamente destruída, vimos, quando usados incorretamente, também poluem

instalando-se na área um processo acelerado de erosão. os alimentos e a água.

Em consequência do desmatamento, podemos ter também

Pastoreio excessivo

o processo de desertificação, isto é, a transformação

o desmatamento e a formação de Desertos. Quando existe Apesar de ser importante para a subsistência do de uma região em Deserto. Há uma relação direta entre

vegetação, parte da água das chuvas fica retida no solo, homem, a criação de gado, quando em excesso num

enquanto o restante escorre pela superfície ou se evapora, pasto, pode também acarretar a destruição do solo.

voltando para a atmosfera. Uma parte da água retida no solo Isso ocorre porque cada região só tem condições para

é absorvida pelos vegetais e depois volta à atmosfera pela manter um número determinado de herbívoros. Quando

transpiração. A outra parte vai parar nos rios. esse número ultrapassa a capacidade de sustentação

do terreno, a pastagem e o pisoteio excessivo destroem

A água que volta à atmosfera se condensa e forma rapidamente a vegetação a tal ponto que ela não

nuvens, que serão responsáveis por novas chuvas. consegue mais se renovar. As consequências do pastoreio

Isso quer dizer que também existe uma relação direta entre excessivo são principalmente o esgotamento do solo e o

o desmatamento e o regime de chuvas. aparecimento da erosão.

ausência, o solo fica exposto aos raios solares e se aquece. um grande número de regiões do planeta seja desmatado Com o aquecimento, há evaporação, e a água das camadas e cultivado. Não podemos simplesmente preservar toda Vimos o que ocorre se existir vegetação sobre o solo. Na sua As necessidades da atual população humana exigem que

mais profundas vem até a superfície. Essa água que sobe

a vegetação no seu estado natural, pois isso equivaleria

traz consigo sais de ferro e outros sais que se precipitam

a não produzir a quantidade de alimento necessária à na superfície e formam crostas duras e impermeáveis.

sobrevivência da espécie humana. No entanto, o fato Essas crostas, cujo aspecto lembra ladrilhos, impedem

de cultivar não significa que o esgotamento do solo, a a entrada de água no solo e contribuem para a desertificação.

erosão e outros problemas sejam inevitáveis. É preciso

O problema da desertificação tem chamado a atenção pela apenas que a exploração da natureza seja feita de

velocidade com que vem ocorrendo. Segundo o relatório da modo adequado. É o que se denomina desenvolvimento

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento sustentado, ou seja, é preciso conciliar o desenvolvimento

da ONU, a cada ano, 6 milhões de hectares de terras econômico com a preservação dos ambientes naturais.

produtivas são transformadas em Desertos. As causas As queimadas, por exemplo, devem ser condenadas,

apontadas são as seguintes: desenvolvimento urbano sem pois do modo como vêm sendo feitas, podem acabar

planejamento, desmatamento excessivo, uso inadequado e transformando terras férteis em verdadeiros Desertos.

abusivo de agrotóxicos e desgaste natural do solo.

Diversas técnicas têm sido desenvolvidas com o objetivo

Também os ecossistemas aquáticos são afetados pela de melhor proteger o solo contra a erosão. É o caso, por

destruição do solo causada pelo desmatamento: os rios e exemplo, das culturas em terraços, nas quais as plantações

lagos sofrem rapidamente o assoreamento, isto é, tornam-se formam degraus ao longo de uma encosta, evitando assim

cada vez mais rasos, já que vão sendo aterrados pelo que a terra seja arrastada pelas águas das chuvas. material removido do solo, podendo transbordar e inundar

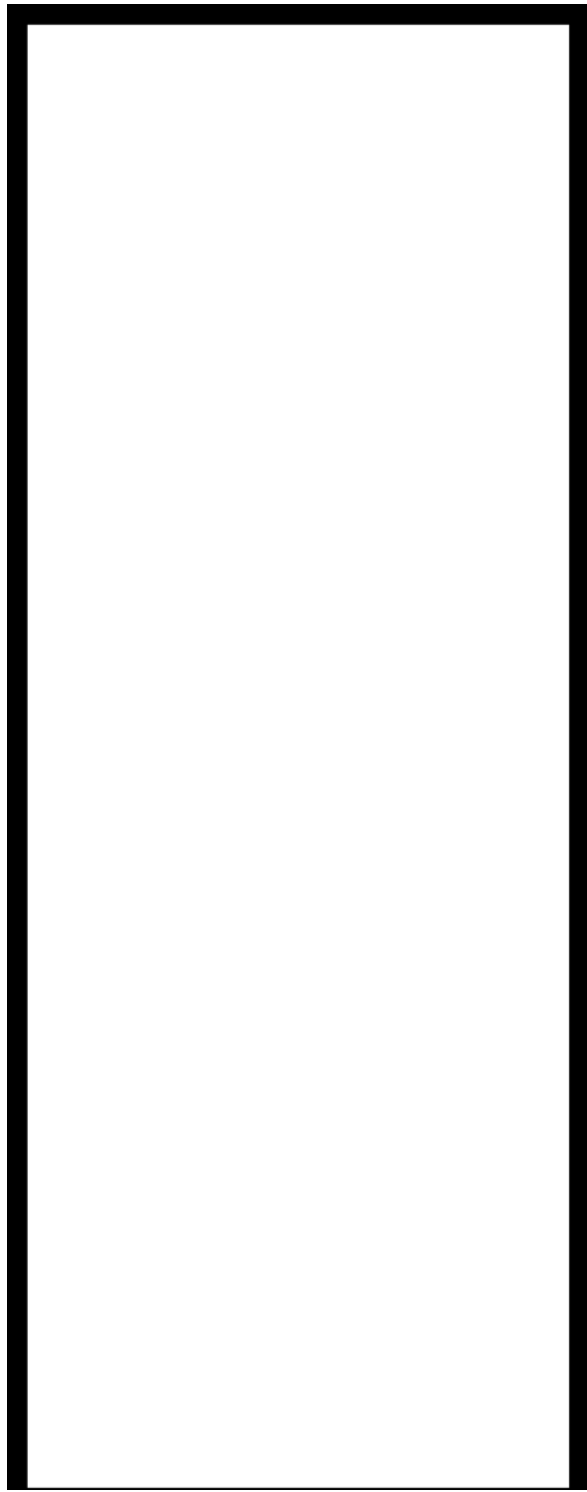
as terras marginais. A rotação de culturas é outra medida importante para

proteger o solo contra o esgotamento de nutrientes.

queimadas Isso é feito cultivando, alternadamente, numa mesma área, plantas que tenham necessidades diversas de

Muitas vezes o desmatamento é realizado por meio sais minerais,

ou, então, alternando plantações de
de queimadas, prática utilizada por muitos agricultores leguminosas
com não leguminosas. As leguminosas,
para “limpar” o terreno e prepará-lo para o plantio ou conforme já
vimos no ciclo de nitrogênio, enriquecem
criação de gado. Essa prática condenável contribui para o solo com
compostos nitrogenados. Do mesmo modo,
acelerar o processo de erosão e esterilidade do solo. a associação entre
animais e plantas, que consiste em
O fogo destrói os micro-organismos e a cobertura vegetal cultivar o
solo por alguns anos e posteriormente usá-
que forma o húmus. Assim, a fertilidade inicial, resultante lo como
pastagem, permite que as fezes dos animais
dos sais minerais presentes nas cinzas, é passageira: após sejam usadas
como adubo orgânico de forma racional,
algumas colheitas o terreno tem de ser abandonado. recuperando a
terra para a lavoura.



Não se deve esquecer, também, que ao lado de áreas

LEITURA COMPLEMENTAR

destinadas a culturas devem existir, ao mesmo tempo,

uma região com vegetação natural, ocupando áreas críticas

como as encostas, divisores de águas e nascentes. Entre as **Noções de Legislação Ambiental**

lavouras também podem ser mantidas faixas de vegetação A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 baixa. Essas vegetações naturais protegem o solo contra a erosão, conservam os insetos e os animais úteis à agricultura artigo 225, que a preservação e a defesa do mesmo é obrigação e evitam a disseminação de pragas. Por outro lado, do Estado e da sociedade. a área a ser cultivada deve ser submetida a planejamento e

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente

aproveitada de acordo com a sua potencialidade.

No que se refere à poluição do solo, os principais *de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade*

poluentes são:

defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

- **Fezes humanas** – Podem conter ovos de vermes,



cistos de protozoários, bactérias, etc., responsáveis por diversas doenças.

- **Lixo e vetores que o infestam** – Moscas, mosquitos e ratos, que são vetores (transmissores) de diversas doenças, encontram no lixo um meio ideal para sua proliferação.

Uma das principais causas de poluição do solo é a deposição

de lixo. A decomposição das substâncias que constituem

o lixo forma produtos ácidos que poluem o solo. Além disso,

muitas substâncias que compõem o lixo industrial são tóxicas

e afetam a vida vegetal.

A eliminação do lixo é problemática e cara. O amontoamento

de lixo a céu aberto, embora mais rápido e econômico, tem

muitos inconvenientes, tal como o mau cheiro e a proliferação

de pragas, entre as quais moscas, mosquitos e ratos. Por isso, **OL**

atualmente, se usam para o tratamento do lixo as usinas de § 1º *Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe* **Bi**

compostagem, os aterros sanitários e os incineradores. *ao Poder Público:*

Nas usinas de compostagem, separa-se o lixo: dele *I. preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais*

são retirados objetos e materiais reaproveitáveis, como *e prover o manejo ecológico das espécies e dos ecossistemas; papéis, latas, garrafas, etc.* Os restos orgânicos desse lixo *II. preservar a diversidade e a integridade do patrimônio* sofrem, então, a ação de micro-organismos decompositores, *genético do país e fiscalizar as entidades dedicadas* transformando-se numa espécie de húmus, que é utilizado *à pesquisa e à manipulação de material genético; como*

fertilizante agrícola. *III. definir, em todas as unidades da Federação, espaços*



Os aterros sanitários são lugares que recebem certa *territoriais e seus componentes a serem especialmente*



quantidade de lixo e depois são recobertos por terra. Pela *protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas* incineração, o lixo é queimado, de modo que os nutrientes *somente através de lei, vedada qualquer utilização que nele encontrados não são reciclados. comprometa a integridade dos atributos que justifiquem*



Praguicidas *sua proteção; IV. exigir, na forma da lei, para instalação de obra*



ou atividade potencialmente causadora de significativa



São substâncias utilizadas no combate às pragas na



degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto



agricultura. Sua finalidade é a obtenção de melhores colheitas,



ambiental, a que se dará publicidade;



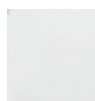
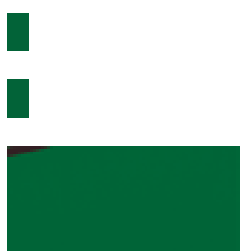
o que, infelizmente, não se dá sem que os ecossistemas



sejam agredidos. Como exemplo, temos a morte de insetos *V. controlar a produção, a comercialização e o emprego de que não são pragas e são úteis na polinização das flores. técnicas, métodos e substâncias que comportem risco* A alta concentração dessas substâncias pode também *para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;* comprometer o húmus: a queda das folhas com excesso de *VI. promover a educação ambiental em todos os* praguicidas mata os micro-organismos decompositores *que níveis de ensino e a conscientização pública para vivem na superfície do solo. a preservação do meio ambiente;*

Essas substâncias também provocam o envenenamento *VII. proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as*

dos alimentos que consumimos e podem trazer graves *práticas que coloquem em risco sua função ecológica, consequências para a saúde humana, como os inseticidas provoquem extinção de espécies ou submetam fosforados, que são capazes de inibir a enzima colinesterase, os animais a crueldade. cuja função no organismo é degradar a acetilcolina liberada § 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a* nas sinapses nervosas. Em consequência, provocam paralisia *recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução* muscular, que, se envolver os músculos respiratórios, pode *técnica exigida pelo órgão competente, na forma da lei.* levar o indivíduo à morte.



§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio

ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, de CO Total de emissões 2,
em milhões

às sanções penais e administrativas, independentemente da de toneladas

obrigação de reparar os danos causados. 24 260

§ 4º A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica,

a Serra do Mar, o Pantanal Mato-grossense e a Zona Costeira

são patrimônio nacional, e a sua utilização far-se-á na forma 16 930

de lei, dentro das condições que assegurem a preservação do

meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

§ 5º São indisponíveis as terras devolutas ou arrecadadas

pelos estados, por ações discriminatórias, necessárias à 5 980

proteção dos ecossistemas naturais. 3 580

1 960

§ 6º As usinas que operam com reator nuclear deverão ter 0 14 29 62 198 690

sua localização definida por lei federal, sem o que não poderão

ser instaladas. 1751 1775 1800 1825 1850 1875 1900 1925 1950 1975 2000

Em nosso país, existem muitas leis que protegem a fauna, O crescimento das
emissões de dióxido de carbono na

a flora, os recursos hídricos e minerais e que determinam punição atmosfera
começou no século XVIII e acelerou nos últimos

cinquenta anos, de acordo com o gráfico anterior. Sobre

para vários tipos de poluição. Uma das mais importantes é a esse fenômeno,
podemos afirmar, **ExCETO**

Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9 605), sancionada com alguns

A) Pode comprometer a sobrevivência de espécies

votos em 12 de fevereiro de 1998, que estabelece sanções marinhas e dos polos.

criminais aplicáveis às atividades lesivas ao meio ambiente. B) Tem provocado a redução das calotas de gelos polares.

Além de consolidar as sanções criminais previstas no Código C) É a causa principal do aquecimento global da Terra,

de Caça, no Código de Pesca e no Código Florestal, essa lei devido ao efeito estufa.

tem o objetivo de responsabilizar criminalmente o poluidor e o D) É responsável pelas *Tsunami* que provocam enchentes

degradador do meio ambiente. Não só o(s) responsável(eis) e inundações.

direto(s) pelo dano, como também aqueles que, sabendo **03.** (PUC Minas–2006)

da conduta criminosa, se omitiram ao impedir a sua prática

mesmo estando ao seu alcance evitá-la. Mas não basta apenas **Aquecimento global pode dividir a Amazônia**

a criação de leis de proteção ao meio ambiente. É preciso que Eventos climáticos externos, como secas induzidas

elas sejam cumpridas de forma eficaz e que haja uma fiscalização pelo aquecimento global e pelo desmatamento,

atuante e permanente, penalizando duramente os infratores. podem dividir a Amazônia em duas e transformar em

São necessárias a educação e a conscientização das pessoas, Cerrado uma área de 600 mil quilômetros quadrados.

a fim de ajudar na proteção e na preservação do meio ambiente. O alerta é de pesquisadores que fizeram um mapa

A educação ambiental iniciada já nos primeiros anos de vida das áreas mais sensíveis da Floresta à seca, usando

do cidadão, talvez seja a mais importante de todas as medidas. os registros de precipitação dos últimos cem anos.

O grupo de cientistas descobriu que uma faixa de mata

Dessa maneira se formará, em cada indivíduo, uma consciência

correspondente a 11% da área da Floresta tem padrões

ecológica, mostrando aos mesmos a importância do meio

de precipitação mais semelhantes aos do Cerrado. Essa

ambiente na vida das pessoas e como cada um pode contribuir seria a primeira zona a “tombar” caso se confirmem

para a melhoria das condições ambientais. cenários propostos de “savanização” (conversão em

Cerrados) da Amazônia.

EXERCÍCIOS DE Fixação

FOLHA DE S. PAULO,

16 fev. 2006.

Com base no assunto apresentado, assinale a afirmativa

01. INCORRETA. (FGV-SP) Assinale a afirmativa ERRADA.

A) Essa “Amazônia seca” possui vegetação com maiores

A) A água, além de poluída por dejetos industriais

índices de evapotranspiração, e seus solos tendem a e esgotos, pode também ser poluída pela agricultura.

B) A poluição da água com substâncias não solos de regiões úmidas. ficar mais secos durante os meses sem água do que

biodegradáveis pode perturbar todo o equilíbrio

B) Em caso de transformação da Floresta em Cerrado, a área ecológico de uma região.

se tornaria muito mais vulnerável a incêndios florestais,

C) A poluição atmosférica se dá não só pela indústria, que poderiam mudar também a cobertura vegetal.

mas também pela circulação de carros e ônibus. C) Um desses fatores de transformação pode ser

D) A inversão térmica, que tem ocasionado problemas o desmatamento, já que boa parte das chuvas na

de saúde em áreas industriais, é ocasionada pela Floresta Tropical é gerada, dentro da própria mata,

poluição atmosférica. por evaporação de água do solo e das folhas.

E) A inversão térmica, que tem ocasionado D) Outro fator considerado seria o aquecimento global,

problemas de saúde em áreas industriais, agrava porém em menor proporção, pois não afeta as regiões

a poluição atmosférica. não desmatadas.

100 Coleção Estudo

Desequilíbrios ambientais

04. (UFS) Três represas estão recebendo poluentes Um exemplo disto é o que está ocorrendo a uma

provenientes da utilização de agrotóxicos em plantações espécie de sagui, o *Callithrix flaviceps*, pequeno primata

vizinhas. A represa A tem 500 000 litros de água e recebeu encontrado em certas áreas do Sudeste brasileiro e

50 gramas de poluentes. A represa B, de 50 000 litros, que tem o seu hábitat reduzido a cada dia. Visando à

também recebeu 50 gramas de poluentes e a represa C, manutenção do equilíbrio ecológico, o procedimento mais

com 1 000 000 litros, recebeu 100 gramas de agrotóxicos. **CORRETO** para evitar a extinção do *Callithrix flaviceps* é

O padrão de qualidade estabelecido para esse poluente A) introduzir numerosos casais desses saguis em áreas

é de 0,001 grama/litro. Considerando essas condições, de reflorestamento com eucalipto.

pode-se afirmar que B) eliminar espécies predadoras.

A) as três represas estão poluídas. C) colocar grande número desses saguis nos zoológicos

B) a poluição das represas A e B é igual. de todo o país.

C) a represa poluída é a C. D) interferir geneticamente, induzindo tal espécie a

uma

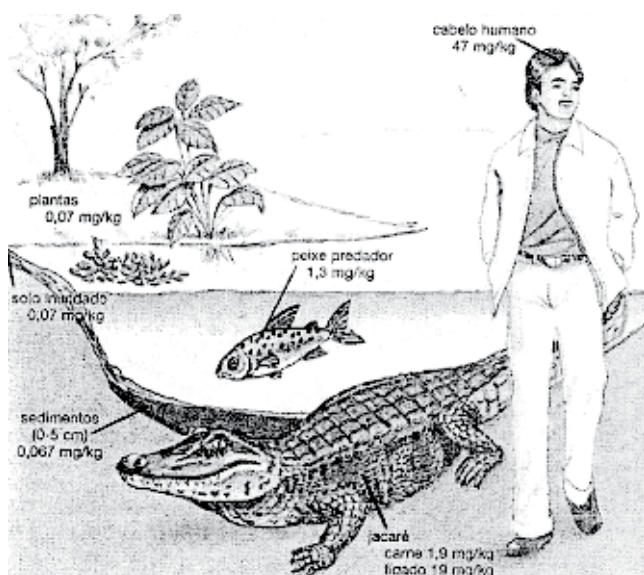
D) as concentrações de poluentes em B e C são iguais. adaptação mais rápida a novos ambientes.

E) as concentrações de poluentes em A e C são iguais. E) preservar áreas naturais onde vivem esses saguis,

transformando-as em reservas biológicas.

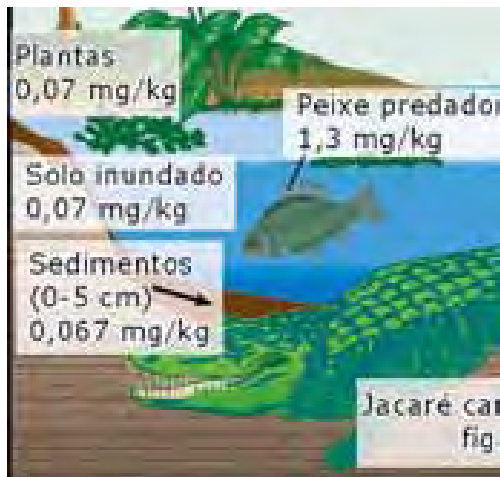
05. (FCMMG-2006)

Cabelo humano Cabelo humano **02.** (UFV-MG) Num lago, poluído por produtos clorados 47 mg/kg 47 mg/kg (DDT, por exemplo), o grupo da cadeia trófica que deverá



apresentar maior concentração do produto é

A) peixes planctófagos. D) fitoplâncton.



Plantas Plantas B) peixes carnívoros. E) zooplâncton. 0.07 mg/kg 0,07 mg/kg Peixe predador Peixe predador C) aves piscívoras.



1,3 mg/kg 1,3 mg/kg

0,07 mg/kg 0,07 mg/kg **03.** Solo inundado Solo inundado **A** (FGV-SP) O controle biológico é mais vantajoso que o uso

Sedimentos de inseticidas no combate a um inseto-praga porque Sedimentos **gi** (0-5 cm) (0-5 cm) A) prejudica apenas as plantas afetadas pela praga.

0,067 mg/kg 0,067 mg/kg B) a morte dos insetos-praga é indolor. **OLO**

Jacaré carne 1,9 mg/kg C) provoca danos aos inimigos naturais dos insetos-praga. Jacaré carne

1,9 mg/kg **Bi** fígado 19 mg/kg fígado 19 mg/kg
D) mata indiscriminadamente todos os seres vivos da

região infestada.

O mercúrio utilizado pelos garimpeiros em mineração E) evita acúmulo de substâncias tóxicas nos níveis

de ouro é um poluente do meio ambiente que se incorpora tróficos mais elevados.
à cadeia alimentar.

Pelo esquema anterior, que retrata o ciclo desse metal, **04.** (UFMG) “O que acontece à terra, acontece aos filhos da

podemos concluir:

terra. O homem não teceu a malha da vida; ele é apenas

A) O mercúrio tem efeito cumulativo; uma vez ingerido, um fio dentro dela. O que ele fizer à teia ele faz a si mesmo.”

não é eliminado.

B) O baixo índice de mercúrio nas plantas não representa Esse é um trecho da resposta do chefe pele vermelha

nenhum perigo para o homem. Seattle à proposta dos brancos de comprarem as terras

C) Animais aquáticos apresentam elevados índices indígenas, em 1854.

de mercúrio por absorvê-lo diretamente do meio Em quais das situações seguintes o homem, ao atuar na

em que vivem. teia, está promovendo desequilíbrio?

D) A taxa de mercúrio em peixes depende de estes

I. Produção de compostos químicos artificiais não

serem herbívoros ou carnívoros.

biodegradáveis pelos seres vivos, porque tais

EXERCÍCIOS PROPOSTOS compostos não participam do ciclo inorgânico-orgânico.

II. Produção de poluentes atmosféricos, porque podem

01. provocar doenças e mudanças das condições

(UFMG) As condições climáticas, tipo de solo, disponibilidade de água e alimentos, características climáticas atuais.

atmosféricas, distribuição da fauna e da flora não são as III. Caça e pesca indiscriminadas, porque podem levar à

mesmas em todas as regiões brasileiras, que apresentam extinção de espécies.

uma grande variedade de espécies animais e vegetais. IV. Queimadas, porque removem a vegetação e,

Para que um animal ou planta sobreviva, é necessário que consequentemente, podem retirar as reservas

o meio possua características de um habitat adequado, orgânicas do solo.

ideal para cada espécie. Em consequência do avanço

tecnológico, o homem vem alterando o meio ambiente de A) Em todas. D) Em II e IV, apenas.

maneira inadequada, levando várias espécies de animais B) Em II, III e IV, apenas. E) Em I e III, apenas.

e plantas a uma ameaça constante de extinção. C) Em I, II e IV, apenas.

Editora Bernoulli 101

Frente C Módulo 24

05. (Fatec-SP-2010) 07. (FCMMG)

Novo e maior inimigo do ozônio

O óxido nitroso (N O efeito estufa: cada vez mais quente O efeito estufa: cada

vez O) se tornou, entre todas as 2

substâncias emitidas por atividades humanas, a que mais danos provoca à camada de ozônio, que é responsável pela proteção das plantas, animais e pessoas contra o excesso de radiação ultravioleta emitida pelo Sol. Luz O óxido nitroso superou os clorofluocarbonetos (CFCs), cuja emissão na atmosfera tem diminuído seguidamente

por causa de acordos internacionais conduzidos com essa finalidade. Hoje, de acordo com pesquisas, as emissões

de N₂O já são duas vezes maiores do que as de CFCs.

O óxido nitroso é emitido por fontes naturais (bactérias

do solo e dos oceanos, por exemplo) e como subproduto

Atmosfer

dos métodos de fertilização na agricultura; de combustão; a

de tratamento de esgoto e diversos processos industriais.



Atualmente, um terço da emissão do gás deriva



de atividades humanas. a rr Te Segundo os pesquisadores, como o óxido nitroso também Superfície da é um gás de efeito estufa, a redução de suas emissões



por atividades humanas seria uma boa medida tanto para



a camada de ozônio como para o clima.



O desenho anterior representa um fenômeno conhecido



AGÊNCIA FAPESP, 28 ago. 2009 (Adaptação). como “efeito estufa”, que tem provocado o aquecimento



Considere as afirmações feitas sobre o texto: excessivo da Terra devido



A) aos grandes desmatamentos.



I. Atividades humanas, como a agricultura, e diversos

processos industriais emitem a maior parte do óxido B) ao degelo das calotas polares. nitroso hoje presente na atmosfera. C) ao aumento da taxa de gás carbônico.

D) à diminuição da camada de ozônio.

II. Uma das principais medidas para a preservação da

camada de ozônio é a redução da quantidade de **08.** (UFF-RJ) Existe hoje uma preocupação mundial bactérias do solo e oceanos.

com o uso indiscriminado de compostos do tipo

III. A redução das emissões de CFCs e do óxido nitroso clorofluorcarbono porque

é importante para a preservação da camada de ozônio

A) se acumulam na atmosfera, impedindo a passagem dos

e para a diminuição do aquecimento global.

raios ultravioletas do Sol, necessários à vida das plantas.

Está **CORRETO** o contido em B) destroem a camada de ozônio da estratosfera,

que

A) III, apenas. protege os seres vivos do planeta da ação mutagênica

B) I e II, apenas. da radiação ultravioleta.

C) I e III, apenas. C) se acumulam na atmosfera e caem com as chuvas ácidas,

D) II e III, apenas. intoxicando os animais e destruindo o plâncton marinho.

E) I, II e III. D) exercem ação mutagênica sobre micro-organismos,

com consequências imprevisíveis, como o surgimento

06. de novos agentes patogênicos. (VUNESP) A seguinte afirmação é **INCORRETA**:

E) causam buracos na camada de ozônio da estratosfera,

A) A contínua expansão de terras cultivadas e o controle

permitindo a passagem da radiação infravermelha que

alterações ecológicas. estimula o crescimento de tumores de pele. químico de ervas e insetos estão produzindo

B) O uso agrícola de inseticidas e herbicidas é responsável **09.** (CESCEM-SP) As bactérias coliformes são usadas como

pela gradual extinção de algumas espécies animais.

C) Alguns inseticidas se tornaram insuficientes, com indicadores de poluição aquática porque

o tempo, porque induziram nos insetos mutações que A) causam doenças de pele. os tornaram resistentes.

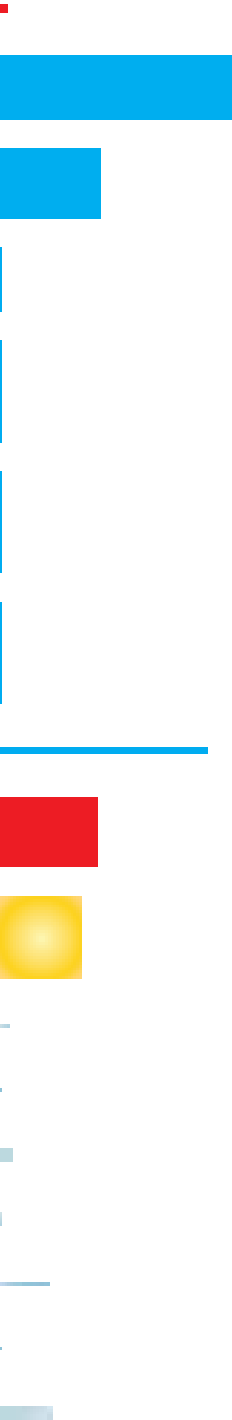
B) são encontradas em fezes humanas.

D) A poluição das águas por detritos industriais provoca

grande empobrecimento da fauna e da flora aquática. C) só se desenvolvem em ambiente pouco oxigenado.

E) A poluição do ar, nas grandes cidades, aumenta D) só se desenvolvem em ambientes ricos em fosfatos.

a incidência de doenças das vias respiratórias. E) purificam as águas.







Desequilíbrios ambientais

10. (FGV-SP) Um matadouro de bovinos instalou-se às Considerando a queixa principal dos cidadãos de cada

margens de um rio de pequena vazão. Não há tratamento cidade, a primeira medida de combate à poluição em

dos efluentes desse matadouro e o sangue dos animais cada uma delas seria, respectivamente:

sacrificados é lançado *in natura* no rio. A análise da água

do rio revelou que, nas proximidades do matadouro,

x Y Z

houve um rápido aumento da D.B.O (Demanda Bioquímica

A) os animais sacrificados pelo matadouro estão A) emissão de de lixo sanitário gases do Oxigênio). Isso quer dizer que Manejamento Controle de Esgotamento

seriamente doentes.

B) os animais sacrificados pelo matadouro digeriram Controle Controle de Manejamento substâncias tóxicas. B) de despejo emissão de de lixo industrial

C) estão sendo usadas substâncias tóxicas na lavagem gases

do matadouro.

D) era esperado um aumento da D.B.O em consequência Esgotamento Manejamento Controle C) de despejo de lixo sanitário do lançamento no rio do sangue dos animais industrial

sacrificados.

E) deve haver outras razões para o aumento da D.B.O, Controle de Controle Esgotamento D) emissão de de despejo como lançamento de esgotos domésticos no rio, uma sanitário gases industrial

vez que o sangue, mesmo em grandes quantidades,

não alteraria a D.B.O da água.

02. (Enem–1998) Um dos índices de qualidade do ar diz

11. (UFMG) O ozônio é um componente essencial da respeito à concentração de monóxido de carbono **A**

estratosfera. Em 1984, foi detectado um grande buraco (CO), pois esse gás pode causar vários danos à saúde. **gi**

na camada de ozônio sobre a Antártida. A tabela a seguir mostra a relação entre a qualidade do

Todas as alternativas apresentam consequências ar e a concentração de CO.

OLO

da destruição da camada de ozônio, **ExCETO Bi**

A) Aumento da radiação ultravioleta na superfície da Terra, **Qualidade do ar (média de 8 h) Concentração de CO – p.p.m.***

elevando o número de casos de câncer de pele.

B) Diminuição da produção de vitamina D, levando Inadequada 15 a 30

ao aumento dos casos de raquitismo. Péssima 30 a 40

C) Redução da diversidade existente nos ecossistemas

terrestres. Crítica Acima de 40

D) Redução do plâncton oceânico, provocando desequilíbrio *p.p.m. (parte por milhão) = 1 micrograma de CO por grama de ar 10-6 g

nas comunidades de consumidores.

Para analisar os efeitos do CO sobre os seres humanos,

dispõe-se dos seguintes dados:

SEÇÃO ENEM Concentração de Sintomas em seres humanos CO (p.p.m.)

01. 10 Nenhum (Enem–2005) Moradores de três cidades, aqui chamadas

de X, Y e Z, foram indagados quanto aos tipos de 15 Diminuição da capacidade visual

poluição que mais afligiam as suas áreas urbanas. Nos 60 Dores de cabeça

gráficos a seguir, estão representadas as porcentagens 100 Tonturas, fraqueza muscular

de reclamações sobre cada tipo de poluição ambiental. 270 Inconsciência

800 Morte

X Y Z

30% 7% Suponha que você tenha lido em um jornal que na cidade 24% 22% 12% 22% de São Paulo foi atingido um péssimo nível de qualidade 40%

0% do ar. Uma pessoa que estivesse nessa área poderia

A) não apresentar nenhum sintoma.

12%

23% 23% B) ter sua capacidade visual alterada. 36%

34% 2% 13% C) apresentar fraqueza muscular e tontura.

Lixo Esgoto aberto Poluição sonora D) ficar inconsciente.

Poluição do ar Dejetos tóxicos E) morrer.

Editora Bernoulli 103

Frente C Módulo 24

03. (Enem-2004) No verão de 2000 foram realizadas, para **05.** (Enem-2010) O despejo de dejetos de esgotos domésticos

análise, duas coletas do lixo deixado pelos frequentadores e industriais vem causando sérios problemas aos rios

em uma praia no litoral brasileiro. O lixo foi pesado brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias

e classificado. Os resultados das coletas feitas estão que contribuem para a eutrofização de ecossistemas,

na tabela a seguir: que é um enriquecimento da água por nutrientes, o que

DADOS OBTIDOS (em área de cerca de 1 900m²) provoca um grande crescimento bacteriano e, por fim,

COLETA DE LIXO 1ª coleta 2ª coleta pode promover escassez de oxigênio.

PESO TOTAL 8,3 Kg 3,2 Kg

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de

Itens de plástico 399 (86,4%) 174 (88,8%)

oxigênio no
ambiente é

Itens de vidro 10 (2,1 %) 03 (1,6%)

A) aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade

Itens de metal 14 (3,0%) 07 (3,6%)

de decomposição dos dejetos.

NÚMERO DE PESSOAS NA PRAIA 270 80 B) retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para

diminuir a sua concentração nos rios.

CIÊNCIA HOJE (Adaptação).

Embora fosse grande a venda de bebidas em latas nessa C) adicionar bactérias anaeróbicas às águas dos rios para

praia, não se encontrou a quantidade esperada dessas que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.

embalagens no lixo, o que foi atribuído à existência de D) substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis

um bom mercado para a reciclagem de alumínio. para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.

Considerada essa hipótese, para reduzir o lixo nessa praia, E) aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto para

a iniciativa que mais diretamente atende à variedade que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias.

de interesses envolvidos, respeitando a preservação ambiental, seria

A) proibir o consumo de bebidas e de outros alimentos

nas praias.

gABARiTO

B) realizar a coleta de lixo somente no período noturno.

Fixação

C) proibir a comercialização apenas de produtos com

embalagens. 01. D

D) substituir embalagens plásticas por embalagens de 02. D

vidro.

03. D

E) incentivar a reciclagem de plásticos, estimulando

04. E

seu recolhimento.

05. A

04. (Enem–2005) Diretores de uma grande indústria siderúrgica, para evitar o desmatamento e adequar a

Propostos

empresa às normas de proteção ambiental, resolveram

01. E 07. C

mudar o combustível dos fornos da indústria. O carvão

02. C 08. B

vegetal foi então substituído pelo carvão mineral.

Entretanto, foram observadas alterações ecológicas 03. E 09. B

graves em um riacho das imediações, tais como a morte 04. A 10. D

dos peixes e dos vegetais ribeirinhos. Tal fato pode ser

05. A 11. B

justificado em decorrência

06. C

A) da diminuição de resíduos orgânicos na água do

riacho, reduzindo a demanda de oxigênio na água.

Enem

Seção

B) do aquecimento da água do riacho devido ao

monóxido de carbono liberado na queima do carvão. 01. E

C) da formação de ácido clorídrico no riacho a partir de 02. B

produtos da combustão na água, diminuindo o pH.

03. E

D) do acúmulo de elementos no riacho, tais como, ferro,

derivados do novo combustível utilizado. 04. E

E) da formação de ácido sulfúrico no riacho a partir dos 05. B

óxidos de enxofre liberados na combustão.

104 Coleção Estudo **Biologia** Módulo FRENTE Histologia vegetal 21 D

Por serem as plantas mais evoluídas, usaremos as angiospermas como referência para estudar os tecidos e os órgãos vegetais.

O quadro a seguir relaciona os tecidos vegetais, subdivididos em dois grupos: **tecidos meristemáticos** (meristemas) e **tecidos permanentes** (adultos).

TECIDOS VEGETAIS

. Protoderme

Primários . Meristema fundamental

Meristemáticos . Procâmbio

(**meristemas**) . Câmbio interfascicular

Secundários (câmbio vascular)

. Felogênio (câmbio da casca)

. Epiderme

Proteção (revestimento)

. Súber*

. Colênquima

Sustentação

. Esclerênquima*

. Xilema (lenho)*

Condução (transporte)

. Floema (líber)

Permanentes

(adultos) . Parênquima clorofiliano paliçádico

Assimilação

. Parênquima clorofiliano lacunoso

. Parênquima amilífero

Reserva (armazenamento) . Parênquima aquífero

. Parênquima aerífero (aerênquima)

. Parênquima cortical

Preenchimento

. Parênquima medular

TECIDOS MERISTEMÁTICOS (MERISTEMAS)

As células meristemáticas são, em geral, pequenas, com parede celular delgada (constituída apenas pela parede primária), apresentando um núcleo central volumoso. Podem apresentar, ainda, os proplastos (estruturas precursoras dos plastos).

Possuem grande capacidade proliferativa, isto é, reproduzem-se rápida e intensamente por mitose, promovendo o crescimento da planta. Também produzem alguns hormônios (fitormônios) que promovem o alongamento (distensão) das células vegetais.

São células indiferenciadas ou pouco diferenciadas porque não apresentam uma especialização marcante, como ocorre na maioria dos tecidos permanentes.

À medida que a célula meristemática se desenvolve, ela passa por um processo de diferenciação, tornando-se, assim, uma célula adulta e especializada em determinada função (proteção, fotossíntese, sustentação, armazenamento, etc.).

Com a diferenciação, a célula perde parcial ou totalmente sua capacidade de proliferação, e sua parede celular torna-se mais espessa, devido à formação da parede secundária. Ainda durante o processo de diferenciação, os proplastos se desenvolvem e dão origem aos plastos.

Os tecidos meristemáticos podem ser primários ou Feixe secundários. Os meristemas primários têm origem a partir Lenho líbero-lenhoso Lenho de células do embrião contido nas sementes, enquanto os secundários se originam de células já adultas, que, após Líber certo tempo, sofrem uma desdiferenciação, ou seja, voltam a ter características de células embrionárias.

Protoderme Câmbio intrafascicular

Líber (aparece entre o líber e o lenho)

Meristema

fundamental **Feixe líbero-lenhoso** – A ilustração anterior mostra um

corte transversal esquemático do caule de uma angiosperma

dicotiledônea. O xilema (lenho) é formado por vasos lenhosos,

Coifa Procâmbio *estruturas responsáveis pela condução da seiva bruta,*

constituída por água e sais minerais. O floema (líber) é formado

Meristema apical do caule *pelos vãos liberianos, responsáveis pela condução da seiva*

elaborada, constituída, basicamente, por glicose. O procâmbio

que permanece entre o lenho (xilema) e o líber (floema) passa

a ser denominado câmbio fascicular ou intrafascicular.

Os meristemas secundários não são encontrados em todos



os vegetais. Apenas em gimnospermas e certas angiospermas

representados pelo felogênio e pelo câmbio interfascicular,

Meristemas primários – Compreendem a protoderme, Córtex Felogênio o meristema fundamental e o procâmbio, encontrados nas extremidades (ápice) do caule e da raiz e nas gemas laterais central Feloderme Felogênio do caule. Na extremidade da raiz, esses tecidos são protegidos (tecido vivo) por uma estrutura denominada coifa. Os meristemas primários

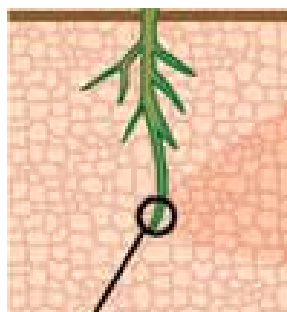
são responsáveis pelo crescimento primário da raiz e do caule, Cilindro central Para dentro Para fora isto é, pelo crescimento longitudinal desses órgãos vegetais. Epiderme Raiz e caule, portanto, crescem em comprimento através de suas

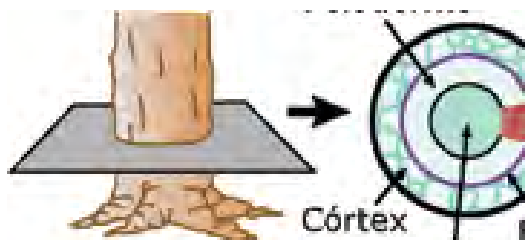
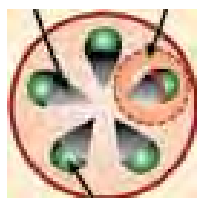
permanentes (adultos). Nesse processo de diferenciação, *adultas do parênquima cortical, localizado logo abaixo da da casca, o felogênio origina-se da dediferenciação de células*



a protoderme origina a epiderme (tecido permanente que *epiderme. Essas células readquirem o poder proliferativo e*

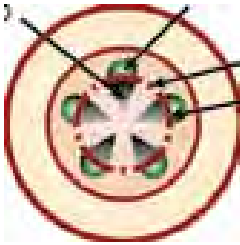






Histologia vegetal

Lenho Líber Acúleo



Câmbio interfascicular

Câmbio intrafascicular

Caule

Câmbio total = Câmbio intrafascicular **Acúleos** – Estruturas resistentes, pontiagudas, formadas

+ pelo espessamento e endurecimento das paredes das células

Câmbio interfascicular *epidérmicas*. São frequentemente confundidos com espinhos

Câmbio interfascicular – Também chamado de câmbio (folhas modificadas) e têm função de defesa (estrutura protetora).

vascular, origina-se de um processo de desdiferenciação de Ocorrem, geralmente, no caule, como acontece nas roseiras. células adultas do cilindro central, localizadas entre os feixes

lúbero-lenhosos aí existentes. Suas células produzem os vasos Epiderme lenhosos e liberianos secundários. Ao se proliferarem para o lado

externo do órgão, produzem vasos liberianos; ao se proliferarem **Corte** para o lado interno, originam vasos lenhosos.

TECÍDOS PERMANENTES

Região pilífera

Pelo absorvente **radicular**

(ADuLTOS) Raiz

Pelos – Os pelos vegetais (tricomatas) são expansões da epiderme

Originam-se de um processo de diferenciação dos tecidos que apresentam variedade de formas, podendo desempenhar

meristemáticos. Suas células são especializadas em realizar diferentes funções (absorção, secreção, proteção). Os pelos

baseada na função principal que realizam. Por exemplo: na zona pilífera das raízes, são encontrados pelos absorventes que retiram do solo água e sais minerais; A determinadas funções. A classificação desses tecidos está podem ocorrer na epiderme de diferentes partes da planta.

Os tecidos de revestimento (tecidos de proteção, tecidos em certas folhas de plantas insetívoras, existem pelos que gi

tegumentares) estão representados pela epiderme e pelo produzem secreções contendo enzimas digestivas; nas folhas da

da protoderme (meristema primário), enquanto o súber tem têm a função de proteger a planta contra ataques de animais; OLO na superfície de folhas de plantas de clima quente, é comum súber (também

conhecido por cortiça). A epiderme origina-se *urtiga, existem pelos que produzem substâncias urticantes que*

origem no felogênio (meristema secundário). A epiderme **Bi**

é formada por células vivas, enquanto o súber é um tecido *dificultando a perda de água pela transpiração. encontrar um emaranhado de pelos que retém umidade, morto devido à ocorrência de suberificação em suas células.*

A suberificação é a transformação da celulose em suberina, Membrana pouco Membrana muito

A espessada espessada

uma substância de natureza lipídica que impermeabiliza

a parede celular. A epiderme é encontrada revestindo

externamente os órgãos vegetais (raízes, caules, folhas,

flores). O súber é encontrado no caule e na zona suberosa

das raízes, substituindo a epiderme. A epiderme, em geral,

é formada por uma monocamada de células poliédricas e

justapostas. O súber é mais espesso e confere maior proteção

estruturas anexas, os chamados anexos epidérmicos, como Célula anexa Células estomáticas ou Ostíolo ao caule e às raízes. A epiderme pode apresentar algumas Cloroplastos Núcleo cutícula, acúleos, pelos (tricomatos), estômatos e hidatódios, células-guarda **B** e no súber podemos encontrar as lenticelas.

Cutícula Epiderme



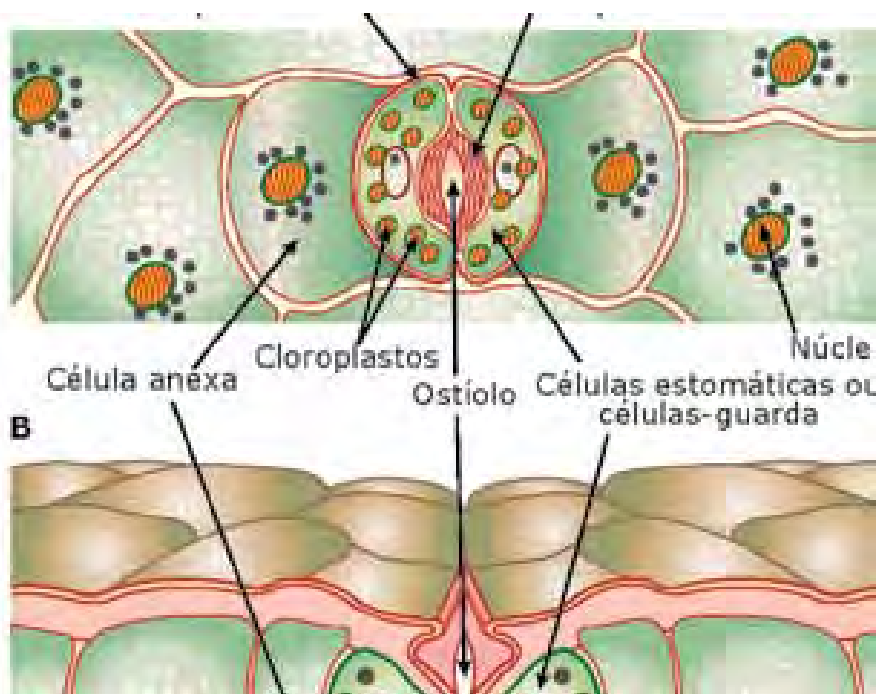
Cutícula – É uma camada de cutina (lipídio) que se forma sobre Câmara



subestomática



a face epidérmica exposta ao ar atmosférico, resultante do



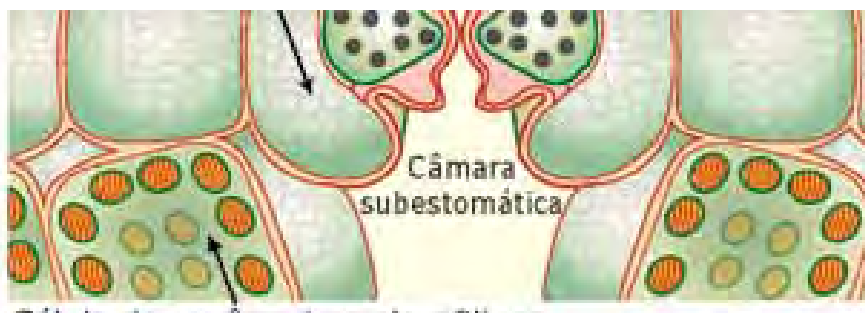
processo de cutinização (transformação da celulose da parede



0
1



primária das células em cutina). A cutícula impermeabiliza a Célula do parênquima clorofiliano



epiderme, reduzindo a perda de água através da transpiração **Estômato visto de frente (A) e de perfil (B)** – O número

cuticular, contribuindo, assim, para evitar a desidratação da de estômatos é variável.

Cada estômato é formado por

planta, o que justifica ser especialmente desenvolvida nas duas células epidérmicas modificadas, reniformes, ricas

xerófitas (plantas de regiões secas). em cloroplastos, denominadas células-guarda (células

Editora Bernoulli 107

Frente D Módulo 21

estomáticas) e por um poro (abertura) denominado ostíolo.

As células epidérmicas justapostas às células-guarda são

chamadas células anexas. As células-guarda são as únicas

células da epiderme que possuem cloroplastos e, portanto, de celulose Reforços

são capazes de realizar fotossíntese. Os estômatos possuem Espessamento um mecanismo de fechamento e abertura e têm como função de celulose

a saída de água no estado de vapor (fenômeno conhecido por Colênquima

Colênquima (corte transversal) possibilitar a entrada e a saída de gases (O e CO), como também 2 2 transpiração estomática, que ocorre durante o dia).

Lenho Colênquima – Suas células, também denominadas fibras

colenquimáticas, em geral, são alongadas, cilíndricas e possuem

reforços de celulose em suas paredes. As fibras do colênquima

Cutícula formam feixes que se distribuem longitudinalmente, logo abaixo

da epiderme, dos caules novos, dos pecíolos das folhas e ao

Epiderme

longo da nervura das folhas. As raízes raramente possuem

Parênquima colênquima. O colênquima confere resistência e flexibilidade

aquífero (epítima) aos órgãos das plantas.

No esclerênquima, as células podem ser alongadas (fibras) sai a água ou pequenas com morfologia irregular (escleritos). Poro por onde

Hidatódios – São poros (aberturas) microscópicos localizados

nos bordos da folha, semelhantes aos estômatos, não

apresentando, entretanto, o mecanismo de abertura e

fechamento. Através desses poros, a planta elimina água na

forma de gotículas e sais minerais (fenômeno denominado

sudação ou gutação, que ocorre à noite). O espaço logo abaixo do transversal Em corte hidatódio é ocupado por um tecido de preenchimento chamado

Fibras do esclerênquima – Agrupam-se formando feixes

epítima. Sobre esse tecido terminam vasos lenhosos que aí

geralmente circundando os vasos condutores de seiva nos caules

liberam o excesso de água e sais minerais que serão, então,

e nas nervuras das folhas. Esses feixes são alvo de grande

eliminados sob a forma de gotículas.

interesse econômico, uma vez que fornecem fibras têxteis (sisal,

Lenticela juta, linho, rami, etc.) Lenticela



Súber

Lúmen

Parede
reforçada

Corte transversal

Lenticelas – São pequenos pontos de ruptura do tecido suberoso

(súber), que aparecem como orifícios na superfície do caule.

Através desses orifícios, à semelhança do que acontece nos

estômatos, também ocorrem trocas gasosas (O_2 e CO_2) entre a planta e o meio exterior. Por isso, os estômatos, juntamente com o que acontece nas folhas da camélia, ou em grupos compactos, como as lenticelas, constituem o sistema de arejamento das plantas. acontece nos caroços de pêssigo, azeitona e coco.

Os tecidos de sustentação que têm origem no meristema Os tecidos de condução (transporte) estão representados

fundamental estão representados pelo colênquima, tecido pelo xilema (lenho) e pelo floema (líber). Os principais

formado por células vivas, e pelo esclerênquima, tecido morto componentes do xilema são os vasos lenhosos, cujas paredes

devido à ocorrência da lignificação das células. A lignina é são formadas por células mortas lignificadas. No floema,

os principais componentes são os vasos liberianos, formados uma substância glicoproteica, resistente e impermeável, que

por células vivas. Os vasos lenhosos são responsáveis pela se deposita na parede celular, determinando a morte das condução da seiva bruta, enquanto os vasos liberianos

células. O sistema de sustentação dos vegetais, denominado conduzem a seiva elaborada. O xilema e o floema constituem

esteroma, é formado por esses dois tecidos. o chamado sistema de transporte da planta.

108 Coleção Estudo

Histologia vegetal

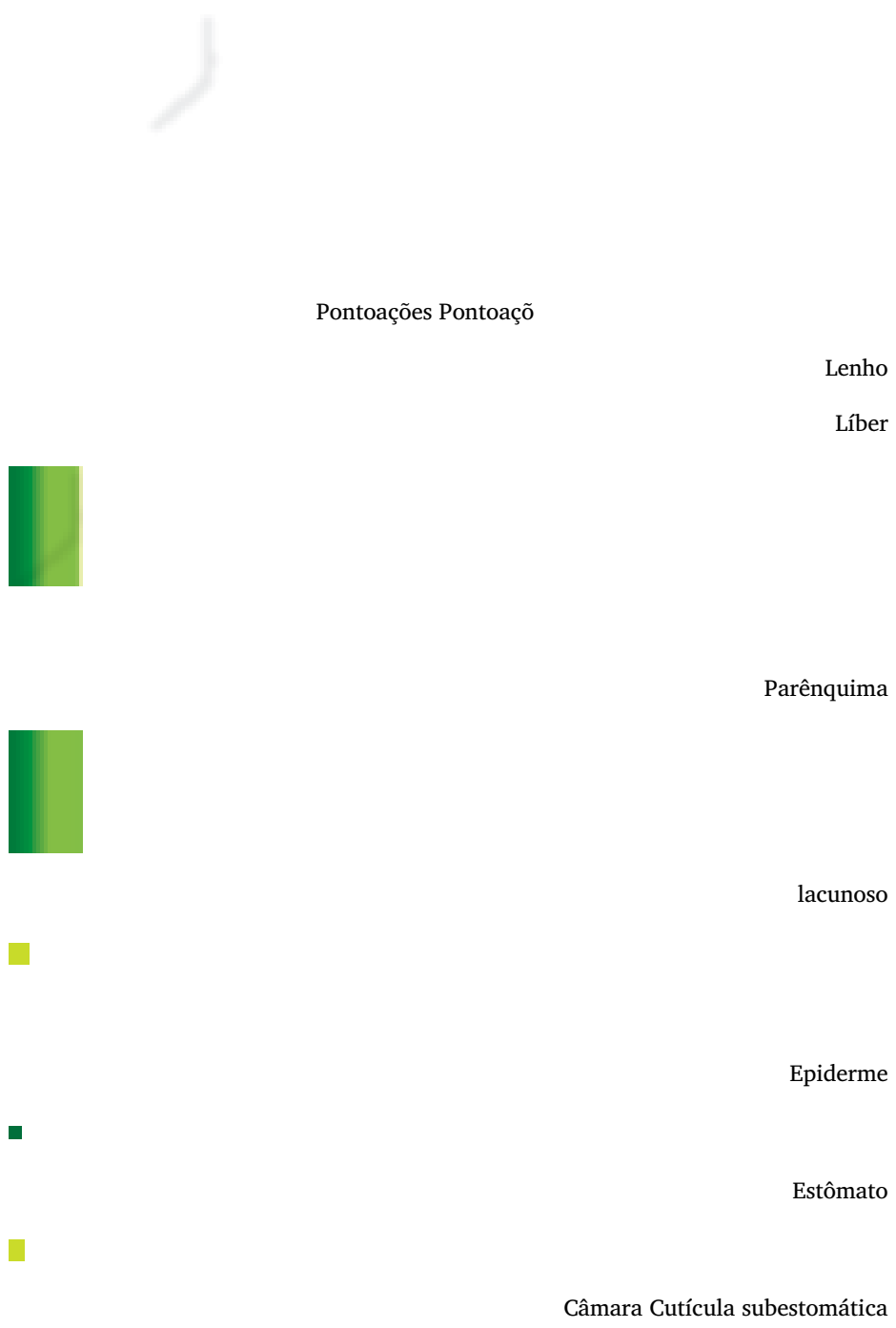
Perfuração Cutícula

(parede transversal destruída)

Epiderme

Parênquima

paliçádico



Pontoaço

Lenho

Líber

Parênquima

lacunoso

Epiderme

Estômato

Câmara Cutícula subestomática

Elementos Traqueídes *Folha em corte transversal* – O parênquima clorofiliano de vaso

paliçádico possui células prismáticas, justapostas e,

Vasos lenhosos – Os vasos lenhosos podem ser de dois tipos: geralmente, é encontrado abaixo da epiderme superior das

de vaso são as principais estruturas condutoras de seiva bruta fotossintética da folha. O parênquima clorofiliano lacunoso (esponjoso) tem células de morfologia irregular que se dispõem nas angiospermas. Os traqueídes são encontrados em todas as partes do elemento de vaso (traqueias) e traqueídes. Os elementos foliares, sendo responsáveis pela maior parte da atividade

formando espaços (lacunas) entre elas. Geralmente,

as plantas vasculares. se localiza acima da epiderme inferior, e suas células têm

menos cloroplastos que as do parênquima paliçádico. A

Os tecidos de reserva (armazenamento) são formados **gi**

Células denominadas parênquimas incolores. Ocorrem praticamente sempre em companhia por células sem cloroplastos, sendo, por isso, também

em todos os órgãos das plantas e estão representados pelos **OL**

parênquimas amilífero, aquífero e aerífero. **Bi**

Vaso Grãos de amido liberiano

Placa

crivada

Vasos liberianos – Os vasos liberianos, também chamados

de tubos crivados, são formados por células vivas e alongadas, **Parênquima amilífero** – Suas células são especializadas

dispostas em sequência, de modo a formar cordões contínuos em armazenar grãos de amido. É encontrado, por exemplo,

desde as folhas até as raízes. As células que formam o vaso em caules subterrâneos do

tipo *tubérculo* (como a batata-inglesa)

liberiano são denominadas *elementos de tubo crivado*. e raízes *tuberosas* (como a mandioca). Essas células não possuem núcleo e estão separadas por *septos*

transversais contendo vários *crivos* (orifícios), denominados **Célula parenquimatosa** placas crivadas, que permitem a passagem da seiva elaborada com grande *vacúolo*

de uma célula para outra. Os vasos liberianos são acompanhados **Bolsa** contendo água em sua trajetória pelas células companheiras (células vivas,

nucleadas) que fornecem aos tubos crivados as substâncias **Parênquima** *clorofilado* necessárias ao seu funcionamento).

Os tecidos de assimilação estão representados pelos **Parênquima** *aquífero* – É formado por células com grandes

parênquimas *clorofilianos* (*clorênquimas*): *paliçádico vacúolos e alto poder de retenção hídrica, sendo, portanto,*

especializado em armazenar água. Além de acumular água

e *lacunoso*. São altamente especializados em realizar

nos grandes vacúolos, as células se dispõem delimitando

fotossíntese (assimilação *clorofiliana*). Localizam-se, *vesículas* (bolsas) nas

quais a água também fica armazenada.



principalmente, no mesófilo (espaço existente entre *É encontrado mais frequentemente em plantas de regiões áridas,*



a epiderme superior e a epiderme inferior das folhas). *como as plantas de desertos.*



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



Frente D Módulo 21

Células **03.** (Cesgranrio) Meristemas
são

A) tecidos vegetais altamente diferenciados e incapazes

Câmaras com ar de reprodução.

B) tecidos vegetais em degeneração, que servem para
a nutrição de células jovens.

C) estruturas celulares que envolvem a raiz.

D) tecidos vegetais constituídos por células especificamente
diferenciadas para realizar a fotossíntese.

E) tecidos bastante indiferenciados, capazes de formar

Parênquima aerífero (aerênquima) – Armazena ar em novas células e assegurar o crescimento dos vegetais.

grandes lacunas existentes entre suas células. É encontrado

em plantas aquáticas flutuantes (aguapé, por exemplo).

O acúmulo de ar diminui a densidade relativa da planta e permite **04.** (FCMMG) Em vegetais, a relação tecido / função está

a sua flutuação. **INCORRETA** em:

A) Meristema secundário – crescimento em espessura.

Os tecidos de preenchimento ocupam os espaços entre

os demais tecidos. Quando os espaços são preenchidos B) Parênquima clorofiliano – assimilação de carbono.

no córtex (região periférica de caule e raízes, situada logo C) Tecido epidérmico (cúteis) – proteção. abaixo do tecido de revestimento), ele é dito parênquima

D) Tecido suberoso (súber) – armazenamento

cortical; quando o preenchimento se faz na região medular

de
alimentos.

(cilindro central), ele é dito parênquima medular.

E) Meristema primário – crescimento longitudinal.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 05. (PUC Minas) A relação tecido / função está **INCORRETA** em:

01. (FCMMG) São tecidos vivos, nas plantas, **Tecido Função**

A) floema, xilema e súber.

A) Meristema Crescimento

B) floema, câmbio e súber.

C) xilema, câmbio e súber.

D) floema, câmbio e meristema. C) Parênquima Preenchimento

E) xilema, súber e meristema. D) Xilema Condução de seiva

02. E) Esclerênquima Revestimento e proteção

(PUC Minas) Sendo dado

1. Aerênquima 4. Vaso liberiano

2. Esclerênquima 5. Vaso lenhoso

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

3. Colênquima 6. Parênquima

as estruturas que apresentam células mortas e com **01.** (UFMG) Todas as alternativas apresentam tecidos

lignina são encontradas em fisiologicamente ativos, **ExCETO**

A) 1 caso. A) Colênquima

B) 2 casos. B) Epiderme

C) 3 casos. C) Esclerênquima

D) 4 casos. D) Parênquima amilífero

E) 5 casos. E) Parênquima clorofiliano

110 Coleção Estudo

Histologia vegetal

02. (UFMG) Com um ano de idade, um abacateiro media meio **06.** (UFMG) O esquema a seguir se refere a um corte

metro de altura. Nessa época, sofreu uma lesão no caule transversal de uma folha de vegetal em que estruturas

a uma altura de 20 centímetros do solo, como indicado histológicas foram indicadas pelos números de 1 a 5.

no esquema.

1

2

3

4

5

20 cm Em relação a esse esquema, é **INCORRETO** afirmar que

A) 1 é uma estrutura com capacidade de proteção.

Ao completar três anos, ele alcançou 5 metros de altura. B) 1 é um epitélio com capacidade de renovação.

A cicatriz deixada pela lesão deverá encontrar-se, então, C) 3 é o principal tecido fotossintético.

a uma altura do solo de, aproximadamente, D) 4 contém estrutura responsável pela condução de

A) 20 centímetros. seiva.

E) 5 depende do turgor das células para seu **A**

B) 60 centímetros. **gi** funcionamento.

C) 100 centímetros.

D) 420 centímetros. **07.** (Cesgranrio) Existem certos insetos (pulgões) que se **OLO**

alimentam de substâncias elaboradas pelos vegetais. Para **Bi**

E) 480 centímetros.

obtê-las, introduzem uma tromba sugadora em órgãos

03. (UFV-MG) São chamados de tecidos de revestimento nos especiais, principalmente folhas. Para sugar as substâncias

vegetais de que necessitam, devem atingir com a tromba

A) esclerênquima e tecido suberoso. A) o esclerênquima. D) o meristema.

B) colênquima e epiderme. B) o xilema. E) o colênquima.

C) tecido suberoso e colênquima. C) o floema.

D) colênquima e esclerênquima.

E) epiderme e tecido suberoso. **08.** (FCMMG) Há um tecido constituído por vasos lenhosos

associados às fibras lenhosas, situado no cilindro

04. (FUVEST-SP) Células cutinizadas localizam-se central. Durante o inverno, parte dos vasos lenhosos

podem ser bloqueados e obstruídos por expansões de

A) no súber.

células do parênquima denominadas tilas. Esse tecido é

B) nos meristemas.

denominado

C) no esclerênquima.

A) xilema. D) leptoma.

D) na epiderme.

B) esclerênquima. E) floema.

E) no felogênio.

C) colênquima.

05. (PUC Minas) É tecido vegetal, associado às células

companheiras, usado no transporte de carboidratos: **09.** (PUC Minas) Nos vegetais, o câmbio fascicular originará

A) feixes liberianos e lenhosos. epiderme.

B) colênquima. B) parênquima medular.

C) floema. C) parênquima cortical.

D) parênquima. D) epiderme.

E) xilema. E) felogênio.

Frente D Módulo 21

10. (UFRN–2010) Assinale a alternativa **INCORRETA** quanto O esclerênquima é um tecido vegetal formado por células

às características histológicas dos vegetais. mortas devido à impregnação de lignina, encontrado em

A) Na superfície externa das células dos parênquimas diferentes locais do corpo de uma planta. Sua função

há uma cutícula impermeabilizante produzida pelas na planta é próprias células.

A) conduzir a seiva elaborada, produzida nas folhas, para

B) Os acúleos são estruturas protetoras formadas por

projeções pontiagudas, confundidos com espinhos. o caule e raízes. Ocorrem, como por exemplo, nas roseiras. B) transportar a seiva bruta, absorvida do solo pelas

C) Alguns tricomas produzem secreções glandulares, raízes, para o caule e folhas.

plantas carnívoras. C) revestir, proteger e promover o isolamento térmico como as urticantes na urtiga, e as digestivas nas

dos órgãos vegetais.

D) Os estômatos ocorrem nas folhas e são importantes

nas trocas gasosas entre os tecidos internos da planta D) promover a sustentação mecânica dos órgãos

e o meio externo. vegetais.

E) O súber maduro é também denominado cortiça, E) sintetizar glicose e promover a sua distribuição pelo pouco densa e impermeável à água devido ao efeito interior dos órgãos vegetais. da suberina.

01. gABARiTO

A cultura de tecidos vegetais tem por objetivo a

SEÇÃO ENEM

reprodução assexuada de plantas a partir de células, **Fixação** tecidos e fragmentos de raízes, caule e folhas, retirados

de uma “planta-mãe”. A técnica consiste em colocar

o material retirado da “planta-mãe” em um meio 01. D

nutritivo contendo todos os ingredientes indispensáveis 02. B

para o desenvolvimento celular, suplementado com

hormônios vegetais necessários para o crescimento da 03. E

planta. Também é necessário que se faça o controle 04. D

da temperatura e da luminosidade de acordo com as

necessidades da planta. Nessas condições, as células 05. E

vegetais multiplicam-se, originando pequenas mudas

que serão plantadas em canteiros onde se desenvolvem, **Propostos**

formando novas plantas adultas.

Através dessa tecnologia obtêm-se 01. C

A) plantas mais produtivas do que a “planta-mãe”.

02. A

B) plantas mais resistentes às variações de temperatura

do que a “planta-mãe”. 03. E

C) plantas geneticamente idênticas à “planta-mãe”.

04. D

D) plantas mais tolerantes a certos herbicidas do que a

“planta-mãe”. 05. C

E) plantas que não necessitam da luminosidade para 06. B realizar a fotossíntese.

02. 07. C

Linho, piaçaba, ráfia, juta, sisal: fibras de esclerênquima 08. A

09. A

Fibras de esclerênquima são utilizadas na confecção de

10. A

tapetes, cordas e roupas. Feixes de fibras do caule do linho

se destinam à indústria de roupas. Das folhas do agave

retira-se o sisal. A juta se obtém das fibras extraídas

Seção Enem

do fruto seco de certas plantas. A piaçaba (utilizada na

confecção de vassouras e escovas) e a ráfia são fibras

01. C

extraídas das folhas de certas palmeiras.

Fonte: UZUNIAN, A.; BIRNER, E. *Histologia vegetal*. 02. D

São Paulo: Harbra, 2000, p. 31.

112 Coleção Estudo **Biologia** Módulo
FRENTE Organologia vegetal **22 D**

Os diferentes tecidos vegetais se organizam formando diferentes órgãos. Usando as angiospermas como referencial, esses órgãos estão representados pelas raízes, caules, folhas, flores, sementes e frutos. As raízes, os caules e as folhas Zona suberosa constituem os chamados órgãos vegetativos, responsáveis pelas funções necessárias à sobrevivência do indivíduo.

As flores, as sementes e os frutos formam os órgãos Raízes secundárias reprodutivos, responsáveis pela perpetuação da espécie.

Zona pilífera

RAÍZES Zona lisa

Nas angiospermas, encontramos diferentes tipos de Zona meristemática

raízes, classificadas de acordo com as ramificações que

Coifa

apresentam, o meio em que crescem, o seu aspecto externo

ou, ainda, uma função mais marcante e especializada que

elas realizam. O conjunto de raízes de uma planta constitui **Partes de uma raiz axial – Coifa (caliptra): Estrutura em**

forma de capuz que envolve e protege a zona meristemática

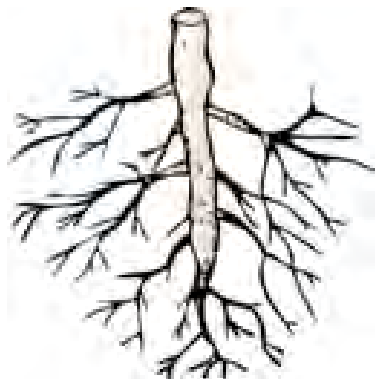
o seu sistema radicular.

localizada na extremidade da raiz. Nas raízes subterrâneas,

Existem dois tipos básicos de raízes: fasciculada (cabeleira) *protege contra micro-organismos e contra o atrito ou*

e pivotante (axial). *aspereza do solo; nas raízes aquáticas, contra o ataque de*

micro-organismos; nas raízes aéreas, impede a transpiração excessiva.



Zona meristemática: Região formada por tecidos meristemáticos, nos quais as células estão em intensa atividade mitótica. **Zona lisa (zona de alongamento):** Região na qual as células, por ação de determinados hormônios, sofrem grande distensão ou alongamento, determinando um crescimento longitudinal da raiz.

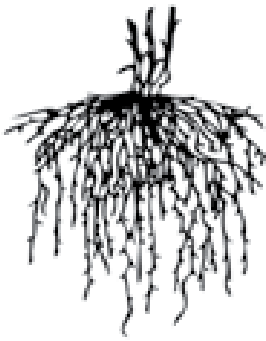
Zona pilífera: Região situada acima da zona lisa na qual a epiderme da raiz apresenta projeções denominadas pelos absorventes que têm a função de absorver água e substâncias minerais necessárias ao desenvolvimento da planta. **Zona suberosa (zona de**

Raiz axial – Há uma raiz central mais desenvolvida, denominada **ramificações**): Região na qual ocorre o fenômeno da suberificação

raiz principal, de onde partem ramificações (raízes secundárias (formação do súber), dando maior proteção a essa parte da raiz.

ou radicelas) que são menos desenvolvidas que a raiz principal. Geralmente, apresenta ramificações (raízes secundárias) que

Exemplo: as raízes das árvores em geral. contribuem para uma melhor fixação da planta no substrato.



OBSERVAÇÃO



A zona de transição entre a raiz e o caule denomina-se



colo ou
coleto.

Quanto à origem, as raízes podem ser classificadas em
primárias, secundárias e adventícias.

A) Raízes primárias – Originam-se diretamente da
radícula (uma parte do embrião vegetal contido na

Raiz fasciculada – Não há uma raiz principal mais desenvolvida, semente). e sim um feixe ou rede de raízes, todas com igual desenvolvimento.

Exemplo: raízes do milho. **B) Raízes laterais ou secundárias** – São as ramificações

originárias do periciclo da raiz primária.

Nas raízes axiais, podemos distinguir as seguintes regiões:

coifa, zona meristemática, zona lisa, zona pilífera e zona C) **Raízes adventícias** – Originam-se do caule ou das suberosa. folhas.

Editora Bernoulli 113

Frente D Módulo 22

Quanto ao meio em que crescem e se desenvolvem, Um tipo particular de raízes-suportes são as raízes

as raízes podem ser classificadas em terrestres, aquáticas tabulares, que crescem e se fundem com o caule,

e aéreas. formando verdadeiras tábuas ou pranchas que ajudam

na fixação da planta e também fornecem maior

A) Raízes terrestres – São subterrâneas, isto é, superfície para a respiração do sistema radicular. São

desenvolvem-se dentro do solo. Em algumas espécies encontradas principalmente em plantas de grande

de plantas, essas raízes tornam-se mais espessadas porte, por exemplo, em certas figueiras. em consequência do acúmulo de reservas nutritivas,

sendo, então, chamadas de raízes tuberosas. Raiz tabular Raiz-suporte Raiz-escora

Raízes tuberosas – A raiz tuberosa pode ser axial ou As raízes sugadoras ou haustórios são típicas de



fasciculada: na tuberosa axial, como as da cenoura, da beterraba plantas parasitas (holoparasitas e hemiparasitas).



e do nabo, só a raiz principal (raiz primária) se desenvolve em Essas raízes penetram no caule da planta hospedeira



espessura; na tuberosa fasciculada, como a da batata-doce, até atingir os feixes líbero-lenhosos, dos quais sugam



as várias raízes secundárias são espessadas. a seiva bruta (no caso das hemiparasitas, como a **A. Raiz tuberosa**



axial; erva-de-passarinho) ou a seiva elaborada (no caso **B. Raiz tuberosa fasciculada**. das holoparasitas, como o cipó-chumbo).



B) Raízes aquáticas – Têm coifa mais desenvolvida

do que as raízes terrestres; tal fato se justifica pela



necessidade de proteção contra ataques de inúmeros



seres vivos existentes na água. Em geral, possuem

parênquima aerífero abundante para permitir a



flutuação da planta. A aguapé é um bom exemplo de planta que possui raízes desse tipo.



Raízes sugadoras (haustórios)



Raiz As raízes-cinta ou cinturas são características de



aquática plantas epífitas, como as orquídeas. Essas raízes



crescem enroladas em um tronco suporte e têm



sua parte mais externa envolvida por uma camada



Planta com raiz aquática (aguapé) branca, porosa (esponjosa) denominada velame ou



véu que absorve a umidade do ar.



C) Raízes aéreas – Desenvolvem-se em contato



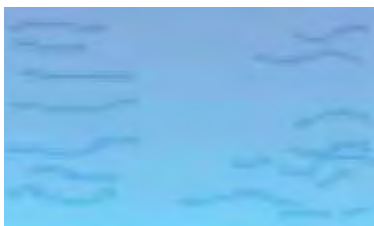
direto com o ar atmosférico. Podem ser de vários As raízes estrangulantes envolvem o tronco da planta



tipos: grampiformes, estacas, haustórios, cinturas, que lhes serve de suporte, apertando-o e matando



estrangulantes e pneumatóforos. lentamente a planta por impedir a circulação da seiva.



As raízes grampiformes são raízes adventícias curtas, Aparece, por exemplo, no cipó mata-pau. originadas do caule, que possuem na extremidade



substâncias adesivas que servem para fixar a planta



num substrato. Na hera, que cresce sobre paredes e



Raiz



muros, encontramos esse tipo de raiz.



As raízes-estacas, conhecidas como as raízes-escoras



e as raízes-suportes, também são raízes adventícias Tronco da árvore originadas do caule que crescem em direção ao solo hospedeira onde se fixam. Têm como função ajudar a fixação



da planta no solo. Essas raízes são encontradas,



por exemplo, no milho e em plantas de pântanos e



114

Coleção Estudo

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

.

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

!

.

!

.

!

•

•

•

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

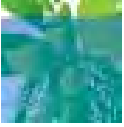
■

■

■

■

■



Organologia vegetal

As raízes respiratórias ou pneumatóforos crescem A observação em microscopia da gema apical

verticalmente em direção à superfície da água em busca (terminal) e regiões subjacentes permite constatar ali

de O atmosférico. São comuns em plantas de Pântanos e a presença de uma zona meristemática, uma zona de 2

de Mangues, ambientes onde normalmente há uma taxa distensão e uma zona de diferenciação, conforme mostra

pequena de O dissolvido na água. Essas raízes possuem a figura a seguir: 2

pequenos orifícios denominados pneumatódios, pelos
quais se dá a penetração do O₂. Células

indiferenciadas

Zona meristemática

Gema (meristema apical) apical

Zona de distensão

Gema axilar (aumento do volume
celular)

Entrenó

Nó

Zona de diferenciação
(modificação estrutural)

Pneumatódios Vasos lenhosos



Quanto ao meio onde crescem e se desenvolvem, os caules



podem ser subterrâneos, aquáticos e aéreos.



Raízes respiratórias (pneumatóforos) do solo. Podem ser dos seguintes tipos: rizomas, **A) Caules subterrâneos** – Desenvolvem-se no interior



CAULES bulbos e tubérculos. A



gi



O caule é o órgão que faz a ligação entre as raízes e as **OLIO**



folhas. Pelos feixes líbero-lenhosos (vasos lenhosos e vasos



liberianos) existentes em seu interior, circulam substâncias **Bi**



entre as folhas e as raízes, em ambos os sentidos.

Em um caule típico, distinguimos as seguintes regiões: Rizoma
gemas (apicais e axilares), nós e entrenós (internós).

Bulbo “lírio”



Partes de um caule



Gema apical



Flor



Entrenó Fruto Bulbo “cebola” Nó tunicado

Caules subterrâneos – Os rizomas crescem horizontalmente

Gema axilar no interior do solo. Podem ser grossos ou delgados e muitas vezes armazenam substâncias nutritivas.

De sua parte inferior, saem as raízes e, da superior, as estruturas aéreas do vegetal. O gengibre, usado como tempero principalmente pela cozinha oriental, é um caule

Gemas (botões vegetativos) – Estruturas constituídas desse tipo. Também a bananeira possui esse tipo de caule.

por meristemas primários, responsáveis pelo crescimento do Os bulbos apresentam em sua porção inferior uma estrutura

órgão. Podem ser axilares (laterais) e terminais (apicais). discoidal, chamada prato, de onde partem as raízes fasciculadas.

O desenvolvimento das gemas axilares origina os ramos. Na parte superior, possuem uma gema terminal protegida por

Certas gemas laterais não se desenvolvem normalmente, folhas modificadas denominadas escamas ou catáfilos. Cebola,

permanecendo em estado dormente (gemas dormentes), alho, açafrão, palma e lírio possuem caule desse tipo. No alho,

constituindo uma espécie de reserva, pois só se desenvolvem cada dente é um pequeno bulbo e, por isso, fala-se que ele é

quando a planta precisa de novos ramos, como acontece um bulbo composto. Os tubérculos são dilatados e contêm um

depois da perda da gema apical ou terminal numa poda. parênquima amilífero bem desenvolvido. Diferenciam-se das

Nós – Regiões do caule nas quais se inserem (se fixam) as raízes tuberosas por apresentarem gemas laterais dormentes.

gemas, as folhas ou as flores. **Entrenós (internós)** – Espaços A batatinha (batata-inglesa) é o exemplo mais conhecido desse

compreendidos entre dois nós consecutivos. tipo de caule.

Editora Bernoulli 115

Frente D Módulo 22

B) Caules aquáticos – Desenvolvem-se no interior da água. São tenros, clorofilados e contêm parênquima aerífero, que facilita a respiração e a flutuação. Como exemplo, temos os caules do aguapé e da vitória-régia.

Estolho

Água *Estolhos (estolões)* – São caules rastejantes (caules prostrados)

Caule *que crescem paralelamente ao chão. Originam numerosas raízes adventícias que se introduzem no solo, auxiliando na fixação.*

Exemplos: caules da grama, do morangueiro, da abóbora e da melancia.

C) Caules aéreos – Desenvolvem-se em contato com o ar atmosférico. Constituem a maioria dos caules e podem ser dos seguintes tipos: tronco, haste, estipe, colmo, cladódio, estolho, volúvel e sarmentoso.

Caules volúveis Caule sarmentoso

Caules volúveis – Os caules volúveis são trepadores que crescem dando giros (em espiral) ao redor de um suporte,

enquanto os sarmentosos são trepadores que se prendem ao

Tronco suporte através de gavinhas (modificações caulinares ou foliares Estipe
Colmo Haste

enroladas em espiral). Como exemplo de caule volúvel, temos o

da trepadeira campânula. Os caules da videira (uva), do chuchu

e do maracujá são sarmentosos.

Troncos, hastes, estipes e colmos – Os troncos são caules

erectos, grossos, duros, lenhosos, muito resistentes e ramificados. o tipo de caule típico das árvores e arbustos. As árvores diferem

FOLHAS É

dos arbustos por terem o eixo principal do tronco muito mais

desenvolvido do que as ramificações. Nos arbustos, o eixo principal e Órgãos geralmente verdes (clorofilados) que constituem

As hastes são caules eretos, finos, flexíveis, verdes (clorofilados) e planta. Originam-se de protuberâncias laterais do caule denominadas primórdios foliares. Nas xerófitas (plantas ramificados. Exemplos: caule do tomateiro e do couveiro (couve). as ramificações têm aproximadamente o mesmo desenvolvimento. O principal sistema de assimilação (fotossíntese) da

de regiões áridas), as folhas são, em geral, pequenas

Os estipes são caules eretos, cilíndricos, sem ramificações, com e duras, devido à presença de tecidos de sustentação

um conjunto de folhas apenas em seu ápice (folhas em capitel). mecânica e, às vezes, ficam reduzidas a pequenas



É típico da família das palmáceas (coqueiros, palmito, etc.). escamas ou se transformam em espinhos, como nas

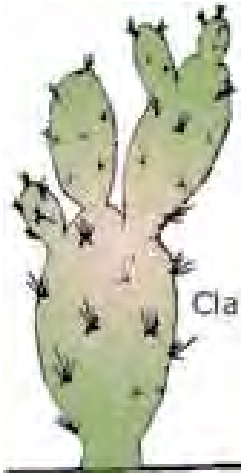
Os colmos são caules eretos, cilíndricos, divididos em segmentos cactáceas, o que resulta em boa economia de água para

denominados gomos. Raramente, são ramificados e podem ser a planta, porque diminui a superfície de transpiração.

ocos ou cheios. O bambu (colmo oco) e a cana-de-açúcar (colmo Nas higrófitas (plantas de regiões úmidas), ao contrário, as

cheio) são típicos exemplos desses caules. folhas são em geral grandes, sem tecidos de sustentação.

Nas umbrófitas (plantas que crescem à sombra), há maior



quantidade de clorofila para garantir uma boa taxa de



fotossíntese e, por isso, elas têm um verde mais escuro.



Uma folha completa apresenta bainha, pecíolo e limbo.



Partes de uma folha

Nervuras

Cladódio



Cladódios – São caules eretos, em forma de fita ou Pecíolo achatados, verdes (clorofilados), ricos em parênquima aquífero Bainha (nem sempre observada nas folhas)



(hidrênquima). Suas folhas são ausentes ou transformadas em **Bainha** – Estrutura nem sempre presente, representada



espinhos. Esse tipo de caule representa uma adaptação a regiões por um alargamento da base do pecíolo com a finalidade



de clima seco. É o tipo de caule das cactáceas (cactos). de permitir uma inserção mais firme da folha no caule.





.







Em algumas espécies, as bainhas das folhas se desenvolvem **C) Espinhos** – Folhas alongadas, finas, rígidas que protegem mais e envolvem parcialmente o caule, dando uma maior a planta contra agressões mecânicas e transpiração

proteção às gemas laterais. Nesse caso, as folhas são excessiva. Aparecem, por exemplo, nas cactáceas. denominadas invaginantes e aparecem, por exemplo, na grama

*e no milho. **Pecíolo** – É a haste que prende a folha ao caule. OBSERVAÇÃO*

Em algumas folhas, como nas do fumo, não há pecíolo. Nesse Os espinhos também podem ser modificações caulinares *caso, a folha é dita apéciolada ou séssil.*
Limbo – É a porção (do caule), como acontece nas laranjeiras e nos limoeiros, laminar da folha, em que se observam nervuras constituídas por em que têm a finalidade de proteger a planta, afastando feixes líbero-lenhosos.
Quanto às nervuras do limbo, as folhas dela animais que poderiam danificá-la.

são classificadas em *paralelinérveas*, *peninérveas*, *curvinérveas*, **D) Gavinhas** – Folhas modificadas, longas, finas e *uninérveas* e *palminérveas* flexíveis, que se enrolam em um suporte qualquer

ao entrarem em contato com o mesmo. Aparecem,
por exemplo, no chuchu e na ervilha.

OBSERVAÇÃO

As gavinhas também podem ser modificações do caule,
como acontece na videira e no maracujá.

Paralelinérvea Peninérvea Palminérvea



E) Cotilédones – Folhas embrionárias ricas em reservas



nutritivas que serão utilizadas no desenvolvimento



do embrião durante o período de germinação das



sementes.

Curvinérvea Uninérvea formando uma bolsa na qual se acumulam água e F) **Folhas coletoras** – Aparecem em plantas epífitas, substâncias que caem das copas das árvores sobre

Classificação das folhas quanto às nervuras – as quais crescem. **A**

do milho. **G) Folhas insetívoras** – Folhas modificadas, adaptadas

Paralelinérveas: As nervuras são paralelas. Exemplo: folhas **gi**

uma pena. Exemplo: folhas da mangueira. à captura e digestão de insetos.

Peninérveas: A disposição das nervuras lembra

Curvinérveas:

A nervura mediana é ladeada por nervuras curvas. Exemplo: **OLO**

folhas da quaresmeira. **Uninérveas:** Possuem uma só **Bi**

nervura na região mediana. Exemplo: folhas do craveiro

*(cravo)· **Palminérveas (digitinérveas, reticulínérveas):** Da nervura mediana, mais desenvolvida, partem numerosas Pelos*

ramificações que se tornam mais finas à medida que se afastam.

Exemplo: folhas do mamoeiro.

Em algumas espécies de plantas, podem existir folhas modificadas, adaptadas para a realização de diferentes funções (nutrição, proteção, fixação). Assim, temos:

A) Escamas (catáfilos) – Folhas aclorofiladas que

protegem a gema terminal (apical) de caules Ascídia subterrâneos do tipo bulbo. Cebola e alho apresentam

folhas desse tipo. **Folhas insetívoras** – *Em algumas espécies de plantas,*

B) Brácteas – Folhas protetoras que podem apresentar *constituída por tecido secretor que produz um líquido ácido, as folhas insetívoras formam uma urna, denominada ascídia,*

coloração variada, dispostas ao redor das flores. contendo enzimas proteolíticas, para digestão dos insetos

As flores do copo-de-leite e do antúrio apresentam-se que nela caem e ficam aprisionados; em outras espécies,

protegidas por brácteas. a folha insetívora é dividida em duas metades que se fecham

abruptamente quando tocadas, aprisionando os insetos.

Inflorescência

Flor FLORES E SEMENTES

Brácteas

As flores são formadas por um conjunto de folhas modificadas e especializadas na reprodução. As sementes, contendo em seu interior o embrião, resultam do



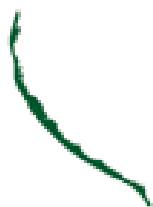
desenvolvimento dos óvulos após a fecundação.

A floração (formação das flores) é um mecanismo bastante complexo que, dependendo da espécie de planta, sofre

Antúrio Baganvília influência de certos hormônios vegetais e de alguns fatores

ambientais, como a chuva, a luminosidade e a temperatura.

Editora Bernoulli 117



1

.

■

■

■

■

■

■





1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

.

.

■

.

.

■

■

■

■

■

■

■

■

.

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

■

■

.

■

.

.

■

.

.

.

■

■

■

.

■

■

.

■

■

.

.

■

.

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

Age Group	Percentage
18-24	~2%
25-34	~12%
35-44	~10%
45-54	~2%
55-64	~5%
65-74	~2%
75-84	~3%
85-94	~1%
95-104	~1%

.

.

.

.

—

■

|

■

|

■

.

—

■

■

.

.

■

■

|

.

.

.

—

—

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

.

—

.

—

.

—

|

|

.

—

■

.

|

.

■

■

■

—

■

■

|

■

.

—

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

■

—

—

—

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

.

■

-

-

.

-

-

-

.

-

-

-

.

.

-

■

.

-

-

|

|

■

-

.

—

.

■

■

■

■

■

■

—

—

|

|

—

.

—

■

—

■

■

■

|

|

■

■

—

—

—

—

·

·

—

·

·

·

—

·

|

·

|

·

■

·

|

·

·

·

·

|

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

.

■

■

-

|

.

■

-

|

|

■

■

|

|

|

■

■

■

■

■

■

|

.

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

-

-

-

-

1

-

1

-

.

1

1

.

.

-

-

1

.

.

.

-

-

-

.

.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

-

1

.

■

■

.

.

.

—

—

■

■

■

■

■

■

1

■

■

.

.

■

.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

.

.

■

.

.

—

■

.

.

■

.

.

.

.

.

■

.

.

.

■

■

■

■

■

■

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

•

■

—

■

•

•

•

•

•

■

■

•

•

•

•

•

■

—

■

•

•

•

•

•

-

-

-

-

.

■

|

|

|

|

|

|

■

-

■

|

■

|

—

—

■

■

|

|

■

.

.

.

■

|

|

|

■

|

|

—

—

—

—

■

■

■

■

■

■

■

■

■

•
•
•
|
|
|
•
•
•
•
•
|
■
■
•
•
•
•
■
■
-
•
-
-
-

—

.

.

.

.

.

.

—

—

—

—

—

—

.

.

.

.

.

.

.

—

■

—

.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.











principalmente das chuvas para florescer. Já em outras plantas, constataram que a floração das plantas, na realidade,

espécies, a floração depende principalmente do fotoperíodo. é determinada pelo período de escuridão, ou seja, pelo tempo

(período iluminado) e das noites (período escuro). O fotoperíodo é a relação entre a duração dos dias de duração da noite, e não do dia. Esses pesquisadores observaram que as plantas de dias curtos precisam de uma noite longa para florescer, mas, se o período de escuridão for A resposta fisiológica da planta a essa relação é chamada interrompido por até mesmo 1 minuto de exposição à luz, elas fotoperiodismo. Cada espécie apresenta um fotoperíodo não florescem. Por outro lado, se houver interrupção do período crítico que corresponde a um determinado valor, em horas de luz, a floração não se altera. As plantas de dias longos, por de iluminação diária, que, se não for obedecido, provoca sua vez, necessitam de noites curtas, sendo, porém, capazes alteração da resposta de floração. O fotoperíodo crítico varia de florescer quando submetidas a noites longas interrompidas de espécie para espécie, mas é constante numa mesma pela luz. Apesar dessas observações, o fenômeno continuou a

espécie. Assim, podemos classificar as plantas em três ser denominado fotoperiodismo. categorias: plantas neutras ou indiferentes, plantas de dias

curtos (PDC) ou plantas de noites longas e plantas de dias PDC PDL longos (PDL) ou de noites curtas. Não floresce Floresce

As plantas indiferentes ou neutras são aquelas que florescem independentemente do fotoperíodo. Nesse caso, a floração ocorre em resposta a outros tipos de estímulos. Exemplos: tomate, pimentão, milho, feijão e girassol.

Floresce Não floresce

As plantas de dias curtos florescem quando a duração da iluminação estiver abaixo do fotoperíodo crítico. Em outras palavras, são aquelas que florescem quando a duração da

noite (período escuro) é igual ou maior que o fotoperíodo crítico. Florescem principalmente no início da primavera ou no outono. Exemplos: morango, fumo e dália.

As plantas de dias longos são as que florescem quando a duração da iluminação estiver acima do fotoperíodo crítico. Em outras palavras, elas florescem quando submetidas a períodos de escuridão inferiores ao fotoperíodo crítico.

flores da alface, espinafre, trigo, cevada e rabanete. para florescer. Se o período de florescendo quando escuridão for interrompido por até Essas plantas florescem principalmente no verão. Exemplos: Precisam de uma noite longa
Precisam de noites curtas, submetidas a noites

Planta de dia curto mesmo 1 minuto de exposição à longas interrompidas pela luz. 10h luz, elas não florescem. (fotoperíodo crítico 13h

de 11 horas) Algumas plantas só respondem ao fotoperíodo depois de



receberem algum outro tipo de estimulação, como baixas



temperaturas. O trigo de inverno, por exemplo, não florescerá



a menos que fique exposto por várias semanas a temperaturas



inferiores a 10 °C. Essa necessidade de frio para florescer



As plantas de dia curto florescem em é comum em muitas plantas de clima temperado, sendo

fotoperíodos menores que o crítico. chamada de vernalização. Se, após a vernalização, o trigo de

Planta de dia longo indutores menores que o fotoperíodo crítico, ele florescerá. (fotoperíodo de inverno (uma planta de dia curto) for submetido a fotoperíodos

10h

13 horas) **FRUTOS**

São órgãos que se originam do desenvolvimento dos

ovários das flores, normalmente após a fecundação dos

óvulos. Compõem-se basicamente de duas partes: pericarpo

As plantas de dia longo florescem em e semente. fotoperíodos maiores que o crítico.

O pericarpo é o fruto propriamente dito, constituído por



Nas plantas em que a floração depende do fotoperíodo, três camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo.



a substância sensível à luz relacionada com essa atividade Semente é um pigmento de cor azul-esverdeada, semelhante à Epicarpo Mesocarpo ficocianina das cianobactérias, denominado fitocromo. Mesocarpo Pericarpo Endocarpo Endocarpo O fitocromo é uma cromoproteína encontrada em Semente Epicarpo quantidades muito pequenas em todo o corpo da planta e, em maior concentração, nos tecidos meristemáticos apicais



das raízes e dos caules. Algumas pesquisas demonstram *Partes de um fruto – Epicarpo (casca): É a camada mais externa*



que são os fitocromos localizados nas folhas que participam *do fruto. Mesocarpo: É a camada média ou intermediária do fruto. da floração. Endocarpo: É a camada interna que envolve a(s) semente(s).*



118 Coleção Estudo

















1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23



Organologia vegetal

De acordo com a consistência do pericarpo, os frutos **A) Frutos verdadeiros** – Originam-se apenas dos

podem ser carnosos ou secos. ovários das flores. Exemplos: Abacate e pêssgo.

A) Frutos carnosos – Apresentam pericarpo suculento **B) Pseudofrutos** – São formações suculentas,

com reservas de água, sais minerais e substâncias comestíveis, originárias de outras partes da flor

orgânicas. Exemplos: laranja, limão, mamão, (pedúnculo, receptáculo). Exemplos: no caju,

melancia, tomate, goiaba, uva, pêssgo, ameixa, o verdadeiro fruto, originário do ovário floral, é a parte

manga, abacate. conhecida por castanha-de-caju, enquanto o pedúnculo

origina um pseudofruto; na maçã e no morango,

B) Frutos secos – Apresentam pericarpo seco devido

a porção comestível é originada do receptáculo da flor.

a uma desidratação quase total. Exemplos: feijão,

ervilha, milho, trigo, arroz, castanha-de-caju, girassol. Os pseudofrutos podem ser simples, compostos ou

mútiplos.

indeiscentes. Quando maduros, os frutos podem ser deiscentes ou

Maçã Fruto Fruto Semente e

A) Frutos deiscentes – Quando maduros, abrem-se

naturalmente, permitindo a saída das sementes. Pedúnculo o Exemplos: feijão, soja, arroz, ervilha.

B) Frutos indeiscentes – Quando maduros, não se

Caju Caju Receptáculo Receptá

abrem naturalmente para a saída das sementes.

Exemplos: laranja, melancia, tomate, pêsego,

castanha-de-caju. *Pseudofrutos simples* – Originam-se do pedúnculo ou do

receptáculo de uma só flor. Exemplos: caju, maçã, pera e marmelo.

Entre os diversos tipos de frutos, destacamos:

A) **Baga** – Fruto carnoso, indeiscente, com várias Aquênio **Morango**

sementes livres. Exemplos: laranja, melancia,

B) Drupa – Fruto carnoso, indeiscente, com uma única **Sépala** **gi** semente protegida por um endocarpo duro (lignificado). pedúnculo Exemplos: manga, abacate, pêsego, azeitona. mamão, tomate, uva, limão, goiaba. **A**

Receptáculo floral **OLO**

C) **Cariopse** – Fruto seco, indeiscente, com uma *Pseudofrutos*

compostos – Originam-se do receptáculo de **Bi**

semente intimamente aderida ao pericarpo em toda



uma só flor com muitos ovários. Exemplo: morango.



a sua extensão. Exemplos: arroz, trigo, milho.



D) Abacaxi Aquênio – Fruto seco, indeiscente, com uma



semente ligada ao pericarpo através de um ponto.



Exemplos: girassol, morango, castanha-de-caju.



E) Fruto Vagem ou legume – Fruto seco, deiscente, que

se abre para liberar as sementes através de duas



fendas longitudinais. Exemplos: feijão, soja, ervilha.



O amendoim também é um exemplo de vagem que,



por se desenvolver no interior do solo, recebe o nome

I

sem que tenha ocorrido a fecundação. Esse fenômeno é

Quanto à origem, os frutos podem ser classificados em enxertos, que são reproduções assexuadas artificiais, isto é, **verdadeiros** ou **pseudofrutos**. feitas pelo homem.

Editora Bernoulli **119**

Frente D Módulo 22

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 05. (PUC-Campinas-

SP) As figuras a seguir representam o comportamento de plantas submetidas a diferentes

fotoperíodos.

01. (PUC Minas) **NÃO** apresenta caule subterrâneo: Planta de dia curto (PDC)

- A) Alho
- B) Cebola Floresce
- C) Batatinha
- D) Bananeira

E) Batata-doce Não floresce

02. (UFMG) Observe a figura.

Planta de dia longo (PDL)

Não

1 floresce

2 Floresce

3 Com base nessas figuras, foram feitas as seguintes

Regiões afirmações:

da raiz 4 I. As plantas de dia curto precisam de uma noite longa,
não interrompida pela luz, para florescer.

O crescimento e a absorção ocorrem, respectivamente,

nas regiões indicadas por II. As plantas de dia longo podem florescer quando
noites longas são interrompidas pela luz.

A) 1 e 2.

III. As plantas de dia longo e as de dia curto florescem

B) 1 e 4. nas mesmas condições de iluminação.

C) 2 e 3.

Dessas afirmações, apenas

D) 3 e 2.

A) I é correta. D) I e II são corretas.

E) 4 e 1.

B) II é correta. E) I e III são corretas.

03. C) III é correta. (PUC RS) Solicitou-se a um grupo de alunos que cada um

apresentasse um exemplar (inteiro ou parte dele) de uma

EXERCÍCIOS PROPOSTOS planta com caule do
tipo colmo. Atendeu **CORRETAMENTE**

o solicitado o aluno _____ com um

exemplar de _____. **01.** (UFMG) Uma salada servida num

restaurante especializado,

em Belo Horizonte, está fazendo enorme sucesso.

- A) Fernando – roseira Na primeira coluna, estão listados todos os ingredientes
- B) Telmo – laranjeira que fazem parte da receita e, na segunda, a classificação
- C) Rafael – milho dos mesmos feita por um frequentador do restaurante.

O critério usado, nessa classificação, foi considerar a parte

D) Pedro – mamoeiro

do vegetal a qual, usualmente, se come.

E) Geraldo – feijoeiro

I II

04. 1. Palmito caule modificado (UEL-PR) Uma dona de casa prepara uma sopa com

água, carne, cenoura, salsinha, batatinha-inglesa e sal. 2. Beterraba raiz

Os órgãos vegetais usados para a sopa são 3. Vagem fruto

4. Cenoura raiz

A) raiz, folha e fruto.

5. Batata-inglesa raiz

B) fruto, caule e raiz. 6. Milho semente

C) raiz, folha e caule. 7. Nozes picadas semente

D) caule, semente e folha. 8. Passas semente

E) raiz, caule e semente. 9. Azeitona fruto

Indique a alternativa em que todas as classificações estão **06.** (PUC Minas) O processo reprodutivo envolvido na origem

CORRETAS. de frutos sem sementes é

A) 1 – 2 – 6 – 8 D) 3 – 5 – 6 – 9 A) neotenia. D) poliembrionia.

B) 1 – 2 – 4 – 6 B) partenocarpia. E) cissiparidade. E) 3 – 5 – 7 – 8

C) 2 – 4 – 7 – 9 C) pedogênese.

02. 07. (PUC Minas) Marília encomendou, num supermercado (UFMG) Qual das alternativas apresenta a relação

CORRETA entre as estruturas da flor e os números virtual, frutas, hortaliças e legumes. Ao receber a

encomenda, relatou para o marido que, no pacote de
indicados na figura?

legumes, comprou abobrinhas, batatinha, vagem, quiabo,

IV cenoura, berinjela e ervilha em vagem. De legume

mesmo, no conceito de botânica, ela conseguiu quantos

III exemplares dos citados?

V II A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

08. (UFJF-MG) Plantas cujo florescimento é influenciado pelo

I

comprimento do dia e da noite apresentam o fenômeno

I de fotoperiodismo. Uma planta A, de dia curto, apresenta II III IV V

fotoperíodo crítico de 15 horas de iluminação. Outra planta B,

A) Pedúnculo estame estigma sépala pétala

de dia longo, apresenta fotoperíodo crítico de 13 horas de

B) Pedúnculo estame gineceu pétala sépala iluminação. Entre as opções a seguir, assinale aquela que

C) corresponde ao fotoperíodo no qual essas duas plantas Pecíolo estilete estame pétala sépala

poderão florescer simultaneamente.

D) Pedúnculo antera ovário sépala pétala

A) 11 horas de iluminação C) 14 horas de iluminação A

E) Pecíolo estame estigma pétala sépala B) 16 horas de iluminação D) 12 horas de
iluminação gi

03. (FCMMG) Considere as áreas apontadas como I, II e III **09.** (UFJF-MG) Em certas espécies de vegetais, a floração

em um caju. Assinale a opção que encerra uma afirmação é controlada não só pelo fotoperiodismo, mas também **OLO**

CORRETA com relação à figura. por um período de frio para que ela seja induzida. Na **Bi** natureza, esse período corresponde ao inverno, porém,

em laboratório, podemos substituí-lo por um período em

I que o vegetal é submetido a baixas temperaturas. A esse

efeito indutor da floração chamamos

A) termoterapia. D) vernalização.

II B) resfriamento. E) compensação.

A) I provém do ovário da flor. **10.** (UFMG) Este esquema refere-se a um experimento

B) II provém do pedúnculo floral. realizado para estudar a floração em três plantas da

C) I é o falso fruto e é comestível. mesma espécie que foram submetidas ao mesmo tempo

D) II é a semente comestível. de exposição à luz (fotoperíodo).

E) III é o verdadeiro fruto. Luz Luz Luz

04. (UFPI) A porção dilatada sobre a qual se inserem os

verticilos florais é denominada

A) verticilos de proteção.

B) receptáculo.

C) ovário. floração ausência floração

de floração

D) pedúnculo.

E) verticilos de reprodução. Com base nos resultados observados, todas as conclusões são possíveis, **ExCETO**

05. A) O tratamento fotoperiódico de uma única folha ou de (UFMG) A parte comestível de uma planta é variável

toda a planta produz o mesmo efeito.

(raiz, folha, etc.), dependendo da espécie vegetal. Seria

B) A floração da planta depende da retirada de algumas

INCORRETO dizer que o que se come

folhas.

A) da couve-flor é a flor. D) da cebola é o bulbo. C) A planta sem folhas não apresenta fotoperiodismo.

B) do nabo é a raiz. E) da noz é a semente.

D) A planta intacta floresce após um fotoperiodismo

C) do amendoim é o fruto. adequado.

Editora Bernoulli 121

Frente D Módulo 22

11. (UFRJ) A distribuição das folhas de uma planta ao longo **02.** Em uma feira-livre, os produtos hortifrutigranjeiros

dos nós presentes no caule segue padrões de organização que estavam à venda foram distribuídos em diversas

conhecidos como filotaxia. Na “filotaxia oposta”, bancas cujas placas indicavam as partes dos vegetais

as folhas aparecem aos pares em cada nó e cada folha está que normalmente utilizamos em nossa alimentação. Nas

diretamente oposta à outra. Além disso, o par de um nó bancas 1, 2 e 3 eram encontrados os seguintes produtos:

forma ângulo de 90° com os pares imediatamente superior

e inferior. Em geral, os nós são também distantes entre si. RAÍZES FOLHAS FRUTOS

CEBOLA ESPINAFRE TOMATE

CENOURA REPOLHO CHUCHU BETERRABA COUVE PEPINO

RABANETE ALFACE BERINGELA

90^o Considerando critérios exclusivamente botânicos,
a distribuição desses produtos está correta na(s) banca(s)

ExPLIQUE a importância da filotaxia oposta para os

A) 1, 2 e 3.

processos metabólicos das plantas.

B) 1 e 2,
apenas.

C) 1 e 3,
apenas.

SEÇÃO ENEM D) 2 e 3, apenas. E) 2, apenas.

01. Alguns vegetais apresentam órgãos que consumimos

gABARiTO como alimento. Um aluno de uma escola de Ensino Médio
recebeu de seu professor de Biologia uma lista de diversos

vegetais considerados comestíveis. Com essa lista, o aluno
elaborou o quadro a seguir, onde, com o sinal (x), indicou
o órgão da planta utilizado como principal alimento. 01. E

Fixação

02. D

comestíveis Vegetais Raiz Caule Fruto Pseudofruto 03. C

04. C

Batata-inglesa x

Azeitona x Propostos

Tomate x

01. C

Manga x

02. B

Pera x

03. C

Mandioca x 04. B

Maçã 05. C x

06. B

Cenoura x

07. B

Cebola x

08. C

Morango x 09. D

Pepino x 10. B

11. A filotaxia oposta reduz o autossombreamento das

Após analisar o quadro, o professor informou ao aluno folhas, permitindo maior captação da luz solar,

que ele havia cometido alguns erros. necessária aos processos fotossintéticos.

Com base nos conhecimentos de organologia vegetal, **Seção**
Enem o número de erros cometidos pelo aluno foi

A) dois. D) cinco. 01. C

B) três. E) seis. 02. D

C) quatro.

122 Coleção Estudo **Biologia MóDuLO** **FRENTE Fisiologia vegetal 23 D**

Os conhecimentos das funções das plantas, adquiridos pelas O hidrogênio, juntamente com o oxigênio, é obtido

observações e por meio de pesquisas experimentais, muito da água que, no caso das plantas terrestres, é retirada

têm contribuído para o desenvolvimento de importantes do solo por intermédio das raízes. Dissolvidos na água

técnicas agrícolas que objetivam garantir uma maior e melhor absorvida pelas raízes, encontram-se numerosos outros

produtividade, como também permitem desenvolver estudos nutrientes minerais.

e planejamentos mais seguros acerca da atuação humana

A solução aquosa (água + sais minerais) absorvida nos ecossistemas, contribuindo para uma utilização mais

pelas raízes, chamada de seiva bruta (seiva mineral, seiva racional dos recursos vegetais.

inorgânica), precisa chegar ao lenho, pois é através dos vasos lenhosos que ela alcançará outras partes da planta

NuTRiçãO DAS PLANTAS (caule, folhas, flores), que também necessitam da água e

Por meio da fotossíntese, as plantas sintetizam glicose

a partir de substâncias inorgânicas
(água e gás carbônico). CONDUÇÃO

DA SEIVA BRUTA A glicose é um importante
alimento orgânico que a planta

utiliza na respiração celular, podendo também armazená-lo

Três fenômenos distintos estão envolvidos na subida da
sob a forma de amido. Além de alimentos orgânicos,

seiva bruta das raízes até as folhas: pressão positiva da raiz,
obtidos basicamente por meio da fotossíntese, a planta

capilaridade e transpiração foliar.

também necessita de nutrientes minerais para o seu
crescimento e desenvolvimento, uma vez que eles entram

na composição de importantes substâncias (pigmentos,
vitaminas, enzimas, hormônios). Dependendo da espécie

de planta, esses minerais são requeridos em doses variadas

e podem ser subdivididos em dois grupos: macronutrientes Folha e
micronutrientes.

Vaso lenhoso

Macronutrientes **Micronutrientes**



Carbono, oxigênio,

hidrogênio, nitrogênio, Ferro, cobre, zinco, boro, Pelo absorvente

cobalto, cloro, molibdênio

potássio, cálcio, magnésio,

fósforo e enxofre e níquel Água (líquida) e sais

Elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas –

Os macronutrientes são requeridos pela planta em grandes

doses, enquanto os micronutrientes, embora indispensáveis, O transporte da seiva bruta – A ascensão da seiva bruta é

são requeridos em quantidades muito pequenas. determinada pela: 1) Intensa absorção de água (e sais) pelas

raízes, promovendo uma pressão de “propulsão”; 2) Capilaridade

O carbono e o oxigênio normalmente são obtidos do (força de atração entre as moléculas de água e as paredes

gás carbônico absorvido do meio. Lembre-se de que, dos vasos); 3) Transpiração e fotossíntese (nas folhas), que

no caso das plantas terrestres, o CO é absorvido da 2 determinam a retirada da água do interior dos vasos lenhosos.

atmosfera, penetrando no corpo da planta através dos A folha exerce, então, uma força de sucção que é considerada

estômatos existentes na superfície das folhas. Através dos o principal fator que justifica a subida da seiva bruta, segundo

estômatos, a planta também pode absorver O da atmosfera. 2 a teoria de Dixon.

CONDUÇÃO DA SEIVA *A concentração da solução em A_1 é maior do que a de A_2 . Os osmômetros (A_1 e A_2) foram mergulhados em recipientes*

ELABORADA *(B e B₂) contendo água destilada e interligados pelo tubo Y. Por osmose, a água penetra tanto em A como em A₂. Entretanto, a*

A seiva elaborada, produzida nas folhas através a força de sucção de A_1 é maior, uma vez que nele a solução

é mais concentrada e, portanto, desenvolve uma pressão

da fotossíntese, será transportada para os outros órgãos

osmótica maior, puxando mais água para o seu interior.

da planta pelos vasos liberianos (floema, líber). Assim, A absorve mais água do que A₂. Com isso, a pressão em A₂

Enquanto a seiva bruta tem um sentido de condução hidrostática dentro do osmômetro A_1 torna-se maior do que no

ascendente (das raízes para as folhas), o sentido de condução no osmômetro A_2 , fazendo com que a solução (água + sacarose) da seiva elaborada é normalmente descendente (das folhas começa a avançar pelo tubo X, no sentido $A \rightarrow A_2$. A pressão em A₂

hidrostática em A torna-se, então, superior à sua pressão em

para as raízes). Entretanto, quando substâncias nutritivas osmótica, isto é, a “força que empurra a água para fora”

de reservas são mobilizadas nos órgãos de reserva (raízes, supera a “força que a puxa para dentro”. Nessa situação,

por exemplo), o fluxo torna-se ascendente. a água começa a passar do osmômetro A para o recipiente B₂

e daí penetra no tubo Y. Uma vez no tubo Y, a água passa

A teoria mais aceita para explicar o mecanismo

a ser “sugada” pelo osmômetro A_1 , fato explicado pela alta

de condução da seiva elaborada foi proposta pelo botânico pressão

osmótica existente nesse osmômetro, que tem solução

alemão Ernest Münch. Segundo sua teoria, o transporte *altamente concentrada. Fazendo uma analogia entre o sistema*

da seiva elaborada resulta da diferença de pressão osmótica *idealizado por Münch e o sistema biológico de uma planta, temos:*

entre os órgãos produtores da planta e os órgãos que são *osmômetro A 1: corresponde às folhas ou órgãos produtores,*

apenas consumidores. Dessa forma, a seiva elaborada *dotados de alta concentração. Pode representar também*

circula sempre no sentido dos órgãos dotados de grandes *os órgãos de reserva, quando substâncias nutritivas neles*

pressões osmóticas (altamente concentrados) para os órgãos *armazenadas são mobilizadas; osmômetro A : corresponde aos 2*

órgãos consumidores da planta, que recebem seiva elaborada;

de baixas pressões osmóticas (pouco concentrados). Assim,

tubo X: corresponde aos vasos liberianos; tubo Y: corresponde

o fluxo da seiva elaborada é normalmente descendente, *aos vasos lenhosos; solução de açúcar: seiva elaborada.* pois as folhas, através da fotossíntese, fabricam glicose,

Em determinadas situações, o fluxo da seiva elaborada apresentando, assim, altas concentrações de açúcares

pode ser ascendente. Isso acontece quando as substâncias solúveis (glicose). A água sugada do lenho (vasos lenhoso)

nutritivas armazenadas nos órgãos de reserva são pelas folhas arrasta esses açúcares para o interior do líber

mobilizadas. Assim, o amido (insolúvel) armazenado (vasos liberianos), transportando-os até os órgãos

converte-se em açúcar solúvel (glicose), acarretando consumidores. Nesses órgãos, se chegarem açúcares

o aumento da concentração nesses órgãos, que, então, solúveis em quantidade maior do que eles são capazes passam a apresentar fortes pressões osmóticas. A água de consumir, o excesso é armazenado sob a forma insolúvel absorvida passa a ser sugada pelas células de reserva, fato (amido) e as concentrações são mantidas baixas. Por isso, que promove a ida dos açúcares solúveis para o caule, folhas enquanto houver diferenças de concentrações ou de pressões e flores, de forma ascendente.

osmóticas entre os órgãos produtores e consumidores, o fluxo é mantido. Münch idealizou a seguinte experiência A prova de que o líber é o tecido responsável pela condução para explicar sua teoria: da seiva elaborada pode ser feita através do cintamento,

experiência também conhecida como o anel de casca ou anel de Malpighi.

Água Água

destilada destilada





elaborada



Tubo Y

■

Solução mais Solução menos



concentrada concentrada



Experiência de Münch – A e A são dois osmômetros com 1 2



membranas semipermeáveis, contendo soluções de água e Anel de Malpighi – O experimento consiste em se retirar



sacarose, que estão interligados através de um tubo de vidro X. toda a casca (córtex) em torno da base de um caule.



124 Coleção Estudo



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

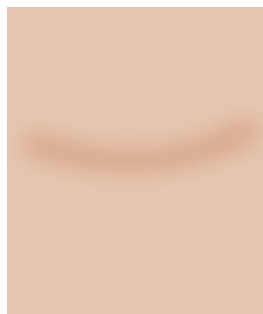
■

■

■

■

■





■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■









Fisiologia vegetal

Tal procedimento causa a ruptura dos vasos liberianos que são A maior parte das plantas abre os estômatos assim

mais periféricos do que os vasos lenhosos. Interrompe-se, assim, que o Sol nasce, fechando-os ao anoitecer. Dessa forma,

o fluxo descendente da seiva elaborada, mas o lenho, que ocupa as folhas permitem a entrada do gás carbônico para

posição mais interna, continua funcionando por certo tempo. a realização da fotossíntese. O suprimento de gás oxigênio

Geralmente, dias depois, após terem suas reservas esgotadas, para a respiração, acumulado no interior da folha, dura

as raízes morrem; com a morte das raízes, paralisa-se a absorção e, geralmente a noite inteira. Entretanto, nas crassuláceas

consequentemente, o transporte de água até as folhas, que, (plantas dicotiledôneas

adaptadas a regiões áridas), os

por sua vez, começam a murchar e secar, acarretando a morte estômatos permanecem fechados durante o dia (quando

as folhas estão expostas à luz forte e a temperaturas da planta. A interrupção do floema também provoca acúmulo

altas) e abertos durante a noite. Isso não prejudica de seiva elaborada na extremidade do ramo. Após alguns dias

a realização da fotossíntese porque essas plantas fixam da retirada do anel de Malpighi, nota-se um engrossamento da

região do corte, devido ao acúmulo da seiva elaborada. O CO absorvido durante a noite em moléculas de ácidos 2

orgânicos (málico, isocítrico) que serão degradados durante o dia, liberando o CO necessário para a realização da 2

TRANSPiRAÇÃO

fotossíntese. Com isso, no forte calor do dia, mantendo os estômatos fechados, as crassuláceas não correm

o risco de uma transpiração estomática excessiva,

A transpiração consiste na perda de água sob a forma o que certamente aconteceria se elas os mantivessem

de vapor e pode ser cuticular ou estomática. A cuticular é abertos. Trata-se na realidade de uma adaptação dessas

feita através da cutícula (camada de cutina situada sobre a plantas a um ambiente hostil, muito seco, onde a economia

epiderme da folha exposta ao ar atmosférico), enquanto a de água é fundamental para a sobrevivência.

estomática é realizada através dos

estômatos. A SuDAção (guTAção)

A transpiração cuticular é pouco intensa e independe do g_i controle da planta, enquanto a transpiração estomática

É a eliminação de água sob a forma líquida (gotículas) feita **OLO** responde por mais de 90% do total da transpiração realizada

pela planta e depende do mecanismo de abertura e fechamento O líquido gutado não é apenas água pura, mas uma solução **Bi** através dos hidatódios localizados nos bordos das folhas.

dos estômatos. Esse mecanismo sofre influência de diferentes com alguns íons minerais. Normalmente, ocorre à noite,

fatores ambientais, como o suprimento de água de que a planta caso a planta se torne hidricamente saturada, ou seja,

dispõe, a intensidade de luz e a concentração de CO_2 . quando a absorção for maior do que a transpiração realizada ²

durante o dia. Desse modo, o excesso de água e sais

Aumento de concentração absorvidos é eliminado pelas folhas através dos hidatódios. Ostíolo

aberto Esse processo é uma decorrência direta do impulso da raiz.

Aumento de turgescência

Abertura

Epitéma

Diminuição de turgescência

Ostíolo Parênquima

fechado Epiderme

Diminuição de concentração



Abertura e fechamento dos estômatos – Quando a



absorção de água pela planta for adequada e a velocidade Vasos



lenhosos

de transpiração se mantiver baixa, todas as células da



folha, inclusive as células-guarda, tendem para um estado



de turgescência, com consequente abertura do ostíolo.



Ao contrário, se a velocidade da transpiração for superior à

velocidade de absorção de água (num dia muito seco, por



Esquema microscópico de um hidatódio – O espaço logo



exemplo), a perda da turgescência das células-guarda leva abaixo dos hidatódios é ocupado por um tecido de preenchimento



ao fechamento do ostíolo, o que evita a perda de maiores denominado epitema. Sobre o epitema, terminam vasos lenhosos

quantidades de água, reduzindo a transpiração estomática que aí liberam o excesso de água e de sais minerais que serão,



e acarretando uma economia hídrica para o vegetal. então, eliminados sob a forma de gotículas.



Editora Bernoulli 125



















Frente D Módulo 23

OBSERVAÇÃO

Outra vantagem reside no fato de que essa tecnologia

Não se deve confundir a gutação com a exsudação. não provoca a erosão do solo como os cultivos normalmente

A exsudação consiste na eliminação de uma solução aquosa realizados na terra. Além disso, proporciona grande economia de

em locais de ferimentos e é comumente observada em várias água, já que a mesma é reutilizada, contribuindo, assim, para

plantas no ato da poda. a solução de problemas de conservação de recursos naturais.

O cultivo feito por meio da hidroponia também dispensa

o uso de pesticidas, uma vez que as plantas ficam livres de

parasitas, bactérias e fungos que, normalmente, vivem no solo.

Isso, evidentemente, contribui para uma melhor qualidade dos alimentos cultivados, bem como para uma maior produtividade.

A hidroponia requer menos espaço e capital para maior produção, o que reduz os custos de forma considerável. Permite,

ainda, a redução dos custos com transporte, já que o cultivo pode ser feito próximo ao local do consumo.

É devido a uma série de vantagens que a hidroponia vem

Líquido incolor proveniente se constituindo uma alternativa viável para a produção de

da exsudação observada após a poda alimentos em diversas situações.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

LEITURA COMPLEMENTAR

Hidroponia 01. (UFU-MG) Analise as afirmativas a seguir e assinale a

A hidroponia (do grego *hydro*, água e *ponos*, trabalho) é uma alternativa **CORRETA**.

técnica que permite o cultivo de plantas herbáceas na ausência I. Macronutrientes são aqueles nutrientes utilizados

de terra, sendo utilizada especialmente no cultivo de verduras, em grandes quantidades pelas plantas para um



hortaliças, ervas aromáticas e plantas ornamentais. Com essa

tecnologia, as raízes das plantas são mantidas mergulhadas desenvolvimento adequado.

numa solução aerada contendo todos nutrientes minerais de II. São macronutrientes: C, H, O, N, K, P, Ca, S e Mg.

que a planta necessita para o seu desenvolvimento normal. Essa

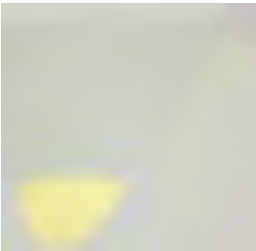
solução nutritiva circula em canaletas forradas com cascalho III. Micronutrientes são aqueles nutrientes utilizados



fino e areia, nas quais se desenvolvem as raízes, ficando as em quantidades muito pequenas e seu excesso é



pequenas mudas fixas no suporte. prejudicial.



Cultivo hidropônico IV. São micronutrientes: Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl e



Co.



Tubo de



distribuição V. As angiospermas podem completar seu ciclo



Cascalho de vida de semente a semente, apenas com os



macronutrien



Leito hidropônico

■

A) III, IV e V estão corretas.



Solução B) I, II, III e IV estão corretas.

■

nutritiva C) Apenas I e III estão corretas.



Calha D) I, II e V estão corretas.

■

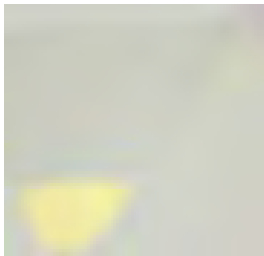
Registro

■

E) Estão corretas todas as afirmativas.



Bomba



Reservatório **02.** (UFMG)



Cultivo hidropônico



A hidroponia permite a implementação da agricultura em



lugares onde ela não é praticável devido à debilidade do solo,



como também viabiliza a produção de alimentos em zonas



áridas, de clima temperado ou frio. Em muitos lugares, já



existem fazendas hidropônicas, mantidas até em desertos, como



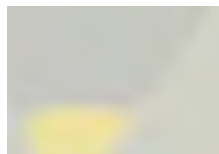
acontece em certas regiões de Israel, México e Colorado, nos

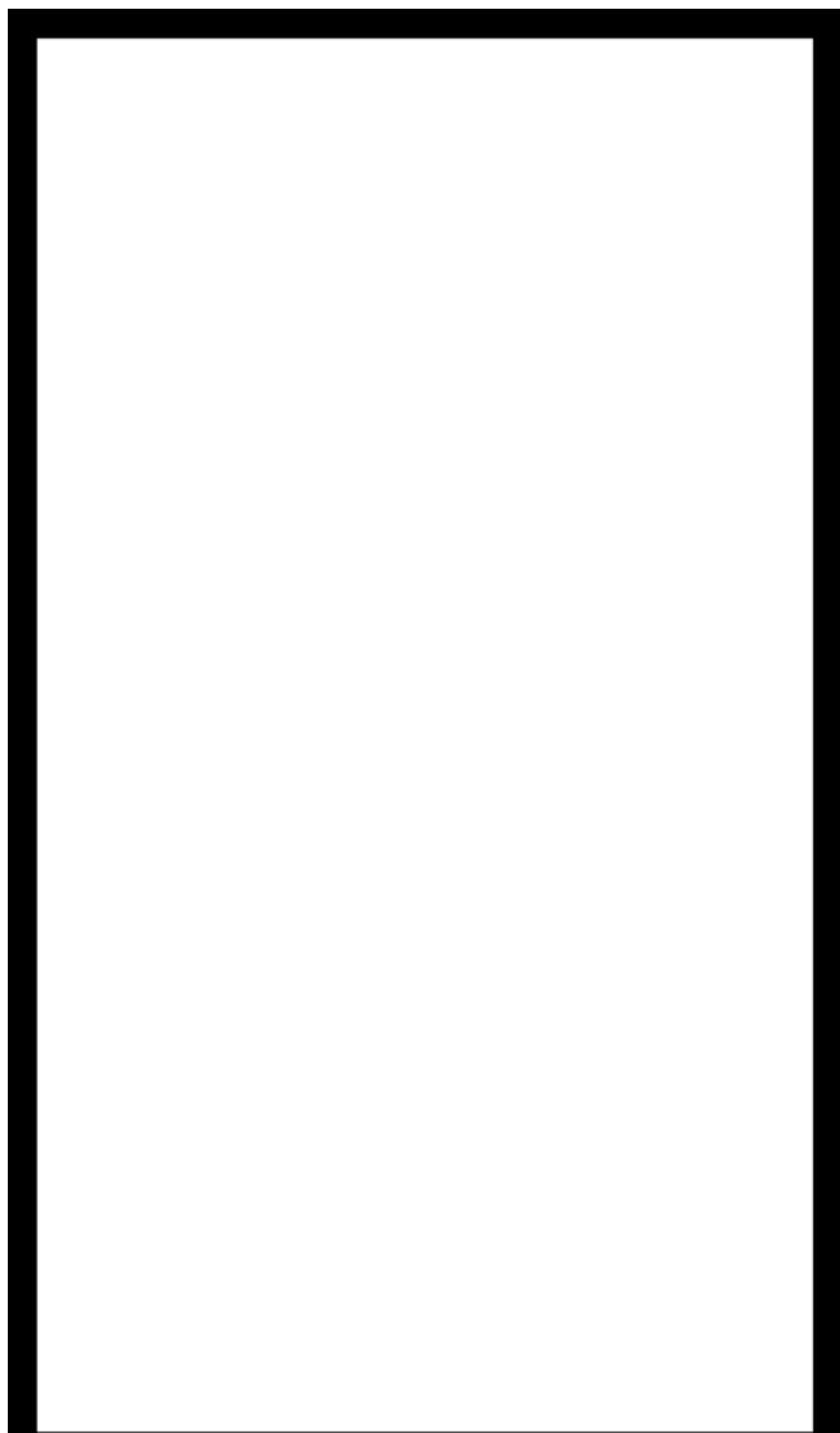


EUA. Nas viagens espaciais, essa técnica poderá ser de grande











Fisiologia vegetal

Retirou-se um anel na casca de uma árvore abrangendo Verificou-se que a produção de tomates em I e II

toda a circunferência do tronco. A causa da morte não apresentou diferenças quantitativas e nem

da árvore, observada algum tempo depois, ocorreu qualitativas.

provavelmente por ter sido impedido o processo de

Com relação aos cultivos I e II, é **INCORRETO**

A) ascensão de sais minerais.

afirmar que

B) realização de fotossíntese.

C) circulação da seiva elaborada. A) a absorção da matéria orgânica e de sais minerais

D) transpiração. resulta na mesma produtividade.

E) respiração. B) a produtividade, tanto em I quanto em II, é resultante

da fotossíntese.

03. (UFU-MG)

C) o húmus contém substâncias que, após decomposição,

liberam nutrientes para o solo.

2 D) o solo e a solução nutritiva atendem, qualitativamente,

às necessidades da planta.

05. (Mackenzie-SP) A figura a seguir representa um

sistema.

O desenho anterior representa um estômato e sobre ele

é **ERRADO** dizer que

A) tem importante função na transpiração, na fotossíntese **A**

e na respiração das plantas. Célula **gi** companheira

B) 1 é o ostíolo por onde passam gases e água na forma **OLO**

de vapor. **Bi**

C) 2 é uma célula rica em cloroplasto e acumula
amido.

D) 3 é uma célula anexa que não realiza fotossíntese. Elemento do

tubo crivado

E) quando as células estomáticas murcham, a abertura
de 1 aumenta.

04. (UFMG) A figura a seguir representa o cultivo de tomates Placa crivada

em um sistema hidropônico I e em um canteiro adubado II.

I

Cascalho e
solução nutritiva

Cultivo hidropônico

Esse sistema serve para

A) conduzir a seiva bruta, composta de água e sais

II Terra minerais. com

húmus B) conduzir gases como o CO_2 , durante a fotossíntese.

C) conduzir seiva orgânica, das folhas às raízes.



D) a transpiração.

E) a gutação, quando a planta perde água pelos



Cultivo convencional hidatódios.

127

Editora Bernoulli 127



127





(1 km, 25g)









Frente D Módulo 23

EXERCÍCIOS PROPOSTOS 04. (PUC Minas)

Leia atentamente as seguintes afirmativas

sobre o transporte de seiva em vegetais superiores:

01. (PUC Minas) Considere o esquema a seguir, que mostra

a direção do fluxo de seiva em um vegetal em condições I. A transpiração é o fator mais importante para a subida

normais. da seiva bruta.

A II. A descida da seiva elaborada depende somente da

força da gravidade.

III. O transporte da seiva bruta é realizado por células

B mortas; o da seiva elaborada, por células vivas.

As setas A e B representam, respectivamente,

Assinale,

A) floema e colênquima.

B) xilema e esclerênquima. A) se as afirmativas I, II e III são verdadeiras.

C) xilema e floema. B) se apenas as afirmativas I e II são verdadeiras.

D) floema e esclerênquima.

C) se apenas as afirmativas I e III são verdadeiras.

E) floema e xilema.

D) se apenas as afirmativas II e III são verdadeiras.

02. E) se apenas a afirmativa II é verdadeira. (UFMG) Se no tronco de uma árvore for feito um corte

emanel cuja profundidade destrua os vasos liberianos,

o que acontecerá? **05.** (FCMSC-SP) Diminuindo-se a temperatura do pecíolo,

verifica-se que a velocidade com que a seiva elaborada

A) A árvore morrerá, porque não haverá ascensão da

seiva bruta. flui também diminui. A figura a seguir representa uma

B) Nada acontecerá, porque a parte retirada no corte é experiência em que isso ocorreu.

morta.

Água fria

C) A seiva elaborada manterá vivas as partes superiores I

do caule e as folhas.

D) Com o tempo, a árvore morrerá, porque, embora haja II

fotossíntese, a seiva elaborada não conseguirá atingir

E) A árvore viverá, porque a seiva mineral continuará subindo, permitindo a realização da fotossíntese.

03. (UFMG) Este esquema refere-se a um sistema constituído

por dois balões, 1 e 2, de membrana semipermeável,

Comparando-se a quantidade de amido em I e II,

que se comunicam através de um tubo de vidro 3.

provavelmente encontrar-se-á essa substância

O balão 1 contém uma solução concentrada de sacarose,

e o balão A) nas duas folhas em quantidades iguais. 2 contém somente água. Os dois balões são

colocados nos recipientes I e II, que contêm água e se B) apenas na folha I.

comunicam pelo tubo 4.

C) apenas
na folha II.

D) nas duas folhas, mas em I a quantidade será maior.

3

E) nas duas folhas, mas em I a quantidade será menor.



06. (FCC-SP) Um ramo de planta, do qual, à meia altura, foi 2



4 retirado um anel de casca, foi colocado em uma solução



colorida. Depois de algumas horas é **PROVÁVEL** que



I II



A) todas as folhas fiquem coloridas.



Comparando-se o sistema descrito com uma planta viva,



B) nenhuma folha fique colorida.



a alternativa que contém a correlação **INCORRETA** é



A) 1 – folha C) apenas as folhas abaixo do anel fiquem coloridas. D) 4 –
plasmodesmos



B) 2 – raiz D) apenas as folhas acima do anel fiquem coloridas. E) I e II – xilema

C) 3 – floema E) apenas as folhas na zona do anel fiquem coloridas.

128 Coleção Estudo

Fisiologia vegetal

que, embora saturadas de água,

ambiente sujeito às variações do dia (claro-escuro). De continuam a absorvê-la, eliminando o excesso através

acordo com a teoria do fluxo sobre pressão, que explica de poros especiais e sob a forma líquida. Esses poros e o

a descida da seiva elaborada, se colocarmos essa planta fenômeno envolvido recebem, respectivamente, o nome de

por vários dias no escuro, o fluxo da seiva elaborada A) hidatódios e gutação.

B) hidatódios e transpiração.

A) permanecerá o mesmo em relação à condição

anterior. C) estômatos e transpiração.

B) cessará. D) estômatos e exsudação.

E) pontuações e gutação.

C) aumentará a sua velocidade de descida.

D) diminuirá, mas continuará em fluxo descendente. **11.** (FUVEST-SP)
Atualmente, é comum o cultivo de

E) se inverterá, ocorrendo transporte de seiva da raiz verduras em soluções de nutrientes, e não no solo.

para o caule e folhas. Nesta técnica, conhecida como hidroculutura, ou

hidroponia, a solução nutriente deve necessariamente

08. (UFMG) A figura a seguir representa um potômetro

conter, entre outros componentes,

usado para verificar a transpiração de uma planta que

A) glicídios, que fornecem energia às atividades das

se encontra num ambiente quente e com ventilação. células.

O potômetro consiste em dois frascos (I e II) que contêm B) aminoácidos, que são utilizados na síntese das

água e estão unidos por um tubo, no interior do qual se proteínas. **A**

encontra uma bolha de ar. C) lipídios, que são utilizados na construção das **gi**
membranas celulares.

D) nitratos, que fornecem elementos para a síntese de **OLO**

DNA, RNA e proteínas. **Bi**

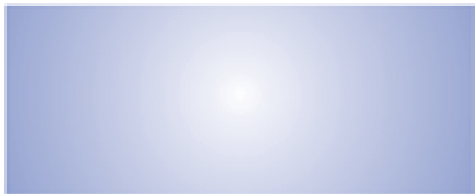
E) trifosfato de adenosina (ATP), que é utilizado no
metabolismo celular.

12. (UEL-PR) O gráfico a seguir mostra as taxas de absorção
e de transpiração de uma planta durante 24 horas.

Bolha



H de ar Gramas de água O H O₂ a cada 2 horas



A transpiração da planta será constatada, quando a 30
bolha de ar

A) se deslocar em direção a II. 20 Absorção

B) se deslocar em direção a I.

10

C) oscilar em I e II.

D) permanecer imóvel no centro.

6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6 Hora
do dia

09. (PUC Minas) A epiderme de folhas de vegetais superiores

apresenta-se revestida externamente. O nome e a função A análise do gráfico
permite afirmar que

desse revestimento são, respectivamente, A) a absorção é sempre mais intensa do
que a transpiração.

A) súber; favorecer a respiração. B) a absorção só ocorre durante as horas
iluminadas do dia.

B) esclerênquima; aumentar resistência. C) a transpiração cessa totalmente
durante a noite.

D) os dois processos são mais intensos em torno das

C) cutícula; reduzir a transpiração.

16 horas.

D) periciclo; formar raízes secundárias. E) os dois processos apresentam valores
idênticos às

E) parênquima cortical; adsorção de água. 6 horas.

Frente D Módulo 23

13. (CEFET-MG–2011) As plantas carnívoras são vegetais **02.** (Enem–1998)
Alunos de uma escola no Rio de Janeiro

que complementam sua nutrição com pequenos animais, são convidados a participar de uma excursão ao Parque

e, mais raramente, vertebrados. **NÃO** constitui uma Nacional de Jurubatiba. Antes do passeio, eles leem o

característica dessas plantas a trecho de uma reportagem publicada em uma revista:

A) absorção de substâncias inorgânicas do solo.

“Jurubatiba será o primeiro parque nacional em área

B) ausência de flores como estruturas reprodutoras. de restinga, num braço de areia com 31 quilômetros de

C) capacidade de realizar processos fotossintéticos. extensão, formado entre o mar e dezoito lagoas. Numa

área de 14 000 hectares, ali vivem jacarés, capivaras,

D) produção de enzimas capazes de digerir as presas.

lontras, tamanduás-mirins, além de milhares de aves e

E) obtenção de nitrogênio a partir de proteínas animais. de peixes de água doce e salgada. Os peixes de água

salgada, na época das cheias, passam para as lagoas,

SEÇÃO ENEM onde encontram abrigo, voltando ao mar na cheia

seguinte. Nos terrenos mais baixos, próximo aos lençóis

01. freáticos, as plantas têm água suficiente para aguentar

Ao realizar a transpiração estomática, uma planta perde

longas secas. Já nas áreas planas, os cactos são um dos

água sob a forma de vapor. Presentes na superfície das poucas vegetais que proliferam, pintando o areal com

folhas, os estômatos são aberturas microscópicas que um verde pálido.”

possuem um mecanismo de abertura e fechamento. Depois de ler o texto, os alunos podem supor que, em

Quando abertos, ocorre a saída de água; quando se Jurubatiba, os vegetais que sobrevivem nas áreas planas

fecham, cessa a transpiração estomática. Uma folha tem características tais como

retirada de um arbusto apresentou um peso a fresco de A) quantidade considerável de folhas, para aumentar

a área de contato com a umidade do ar nos

1,20 g. Pesada de 5 em 5 minutos, durante 40 minutos,

dias
chuvosos.

a folha revelou diferenças de peso, conforme mostra a

B) redução na velocidade da fotossíntese e realização

tabela a seguir: ininterrupta desse processo, durante 24 horas.

C) caules e folhas cobertos por espessas cutículas que

Intervalo entre Diferença impedem o ressecamento e a consequente perda

Minutos as pesagens da de peso em de água.

folha gramas

D) redução do calibre dos vasos que conduzem a água

5 e os sais minerais da raiz aos centros produtores do 1ª e 2ª
pesagens 0,15

vegetal, para evitar perdas.

10 2ª e 3ª pesagens 0,10 E) crescimento sob a copa de árvores frondosas, que

impede o ressecamento e consequente perda de água.

15 3ª e 4ª pesagens 0,07

20 4ª e 5ª pesagens 0,04 **gABARiTO** 25 5ª e 6ª pesagens 0,02

30 **Fixação** 6ª e 7ª pesagens 0,02

35 7ª e 8ª pesagens 0,02 01. B 02. C 03. E 04. A 05. C

VESTIBULAR PUC-SP (Adaptação).

Propostos

Sabendo-se que a diferença de peso da folha está

associada a sua taxa de transpiração, pode-se prever que 01. C 04. C 07. E 10. A 13. B

os estômatos dessa folha completaram seu fechamento 02. D 05. D 08. B 11. D

A) antes da 1ª pesagem. 03. D 06. A 09. C 12. D

B) entre a 1ª e a 3ª pesagem.

C) entre a 4ª e a 5ª pesagem. **Seção Enem**

D) entre a 5ª e a 6ª pesagem.

01. D 02.
C

130 Coleção Estudo **Biologia** Módulo

FRENTE Hormônios e movimentos

24 D vegetais

HORMÔNIOS VEGETAIS

Por outro lado, concentrações de AIA necessárias para induzir o crescimento da raiz podem ser totalmente

Os hormônios vegetais ou fitormônios são substâncias insuficientes para estimular o crescimento do caule.

orgânicas que atuam no metabolismo vegetal, ajudando a Veja o gráfico a seguir:

controlar o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Efeito da aplicação

Essas substâncias, também conhecidas por reguladores o crescimento de AIA sobre

Caule

do crescimento e desenvolvimento vegetal, podem tanto

100

estimular como inibir esses fenômenos, dependendo da

concentração em que se encontram nos órgãos das plantas. % de Raiz estimulação

Entre os hormônios vegetais, destacam-se as auxinas, 0
as giberelinas, as citocininas, o ácido abscísico e o etileno. % de

Auxinas 100 “Ótima” “Ótima” Concentração para a raiz para o caule de AIA
 Auxinas (do grego *auxanein*, distender, aumentar) foram

os primeiros hormônios vegetais a serem identificados. Várias experiências realizadas com coleóptiles de

Têm como principal efeito o crescimento de raízes e plântulas de aveia e outras espécies de gramíneas

de caules, que ocorre por meio do alongamento das comprovam a influência das auxinas, em particular

células recém-originadas dos meristemas, uma vez o AIA, no crescimento das plantas. O coleóptile

que facilitam a distensão das paredes celulósicas das ou coleóptilo, em forma de bainha enrolada,

células vegetais. Esse efeito, no entanto, depende da é a primeira folha que se forma na ponta das

concentração do hormônio; em concentrações muito altas, plântulas de gramíneas (aveia, trigo, arroz, alpiste,

as auxinas passam a inibir a elongação celular e, portanto, etc.). Sua função é proteger a gêmula das gramíneas

o crescimento do órgão. quando elas emergem do solo durante a germinação

da semente.

Entre as auxinas, destacam-se o AIA (ácido

Coleóptilo

indolilacético), o 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético) e o ANA

(ácido α -naftalenoacético).

• **AIA (ácido indolilacético)** – É a principal auxina,

sendo encontrada nas regiões meristemáticas apicais do caule e da raiz, nos embriões e nas folhas jovens.

É produzido a partir do aminoácido triptofano. Semente de aveia

Raiz

A sensibilidade das células à ação do AIA não é a mesma nos diferentes órgãos de uma planta. As raízes são, geralmente, muito mais sensíveis à ação da auxina do que os caules. Por isso, uma concentração de AIA suficiente para induzir o crescimento do caule tem forte ação inibidora sobre o crescimento da raiz. *Semente de aveia no início da germinação*

Editora Bernoulli **131**

Frente D Módulo 24

Coleóptilo Crescimento As auxinas sofrem influência da luz. Por um processo

decapitado paralisado ainda não totalmente esclarecido, a luz determina

uma redistribuição desigual de auxina, fazendo com que essa substância passe para o lado menos exposto à ação da luz, o que promove um maior

crescimento desse lado. O maior crescimento do lado menos exposto à ação da luz faz com que o órgão vegetal se curve em direção à fonte de luz, isto é, **Ápice** Crescimento manifeste um fototropismo positivo. Assim, quando recolocado retomado uma planta é iluminada unidirecionalmente, a auxina migra para o lado menos exposto à luz antes de

descer pelo caule. Com isso, as células do lado menos

iluminado se alongam mais do que as do lado mais iluminado, e a planta se dobra em direção à fonte de luz. Veja a ilustração a seguir:

Experimento 1 – Coleóptilos com o ápice removido param de Luz Luz crescer; no entanto, se o ápice removido for recolocado num

coleóptilo decapitado, o crescimento será retomado. Logo, o ápice é fundamental para o crescimento da planta.

Ágar

Coleóptilo Ponta de com auxina Coleóptilo coleóptilo decapitado cortado

Coleóptilo iluminado Coleóptilo curvado em Bloco de Ágar unilateralmente direção à luz

Crescimento

normal

Experimento 2 – Retira-se o ápice de um coleóptilo, colocando-o I II sobre um bloco de ágar durante um certo tempo; em seguida,

coloca-se esse bloco de ágar sobre um coleóptilo decapitado:

observa-se que o crescimento do coleóptilo é retomado. Luz Luz

Se colocarmos sobre um coleóptilo decapitado um bloco de

ágar que não tenha sido submetido ao procedimento descrito Maior concentração de auxina Caule

anteriormente, o coleóptilo não crescerá. Logo, alguma estimula a distensão celular.

substância estimuladora do crescimento e produzida pelo ápice I II Maior concentração de auxina difundiu-se para o ágar e, daí, para o coleóptilo decapitado, inibe a distensão celular. estimulando o seu crescimento. Tal substância foi identificada iz mais tarde como uma auxina, isto é, o AIA. Ra Luz Luz

Coleóptilo

Coleóptilo crescendo para recolocado **Ação da luz sobre as auxinas** – O caule das plantas o lado direito cortado com o ápice Coleóptilo

unilateralmente se dobra em direção a uma fonte unidirecional de luz,

porque as células da porção não iluminada crescem mais

que as da região iluminada, devido à maior concentração

de auxina na parte não iluminada do caule. Já nas raízes,

o movimento de curvatura do órgão se faz em direção oposta



à fonte de luz. No caule, a maior concentração de auxina



do lado não iluminado estimula um maior crescimento,

enquanto que na raiz determina uma inibição do crescimento.

Experimento 3 – Retirando-se o ápice de um coleóptilo e, Ocorre, então, a curvatura do caule em direção à luz

em seguida, recolocando-se esse ápice sobre o coleóptilo (fototropismo positivo) e a curvatura da raiz em sentido oposto

decapitado de uma forma unilateral, ocorre curvatura para o (fototropismo negativo). lado oposto àquele em que o ápice foi depositado. Logo, apenas

o lado do coleóptilo sobre o qual é recolocado o ápice passa As auxinas também atuam no geotropismo de caules

a receber a substância indutora do crescimento (auxina) e, e raízes. Colocando-se uma planta em posição

consequentemente, esse lado cresce mais do que o outro, o que horizontal, verifica-se que parte do AIA existente

provoca a curvatura do coleóptilo para o lado oposto àquele em na face superior migra, por ação da gravidade,

que o ápice foi colocado. para a face inferior, tanto no caule como na raiz.

132 Coleção Estudo

Hormônios e movimentos vegetais

Nos caules, o aumento da concentração de auxinas Gema apical

na face inferior provoca aí uma aceleração do Gema lateral inativa Brotamento crescimento. Assim, crescendo mais pela face inferior,

Ramo com a

o caule curva-se para cima, em direção contrária gema removida à ação da gravidade (geotropismo negativo).

Nas raízes, por sua vez, o aumento da concentração Remoção Brotamento

da gema

de auxinas na face inferior inibe o crescimento apical nesse local. Então, o crescimento mais acelerado

da face superior da raiz faz com que o órgão se

curve para baixo, na mesma direção em que atua a Gema

lateral

gravidade (geotropismo positivo). Veja a ilustração

a seguir:

Acúmulo de hormônio

na parte inferior

Raiz Caule

A dominância apical – Na maior parte das plantas, a gema apical exerce um efeito inibidor sobre o desenvolvimento das gemas laterais. Isso faz com que a planta se ramifique apenas nas regiões mais distantes da gema apical. Quando a gema apical é removida, técnica de jardinagem conhecida por poda,

Esta região cresce as gemas laterais podem se desenvolver. Esta região cresce

menos do que a superior. mais do que a superior. **A**

o crescimento da raiz. O AIA também exerce ação no fenômeno da

abscisão Alta taxa de auxina inibe Alta taxa de auxina **gi**

estimula o crescimento

do caule. das folhas. Para que uma folha se mantenha inserida

no caule, é preciso que o teor de auxina nessa folha **OLO**

adaptada a um disco giratório, a auxina se distribuirá encontra. Folhas senescentes (“velhas”), nas quais **Bi** Colocando-se uma planta em posição horizontal seja maior que o do ramo do caule em que ela se

uniformemente pelo caule e pela raiz e, desse modo, a produção de auxinas se reduz significativamente,

não haverá manifestação da curvatura geotrópica. passam a apresentar uma concentração de AIA

menor que a do ramo. Forma-se, então, na base do

pecíolo, uma camada de abscisão, por onde a folha se

Sistema de relógio desprende e cai. Fato semelhante ocorre com frutos

em adiantado estado de maturação.



Planta



Suporte



O AIA também é responsável pelo fenômeno da



dominância apical, isto é, o AIA produzido na gema

apical do caule desce por ele e, em grande quantidade,

chega às células das gemas laterais (axilares).

Nas gemas laterais, devido à grande quantidade de auxina, há uma inibição do desenvolvimento

desses brotos que, então, permanecem em estado *Zona de abscisão do pecíolo de uma folha* de dormência. Quando se realiza a poda, cortando

a gema apical do caule, deixa de haver aquele fluxo O desenvolvimento dos frutos também está

contínuo de auxina de cima para baixo (deslocamento relacionado à ação do AIA. Normalmente, as sementes

polarizado da auxina). Assim, a concentração em desenvolvimento são grandes fontes produtoras

de auxina nas gemas axilares diminui a uma de auxinas; o hormônio produzido por elas passa,

concentração que passa a estimular o crescimento então, a estimular o desenvolvimento do ovário,

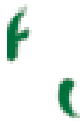
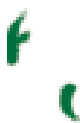
dos brotos dormentes, originando novas ramificações. promovendo, assim, a formação do fruto. Existem

Editora Bernoulli 133



.





10

11

12

13

14

15

16

17

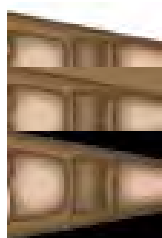
18

19

20











.

.

.



.



Frente D Módulo 24

casos em que os próprios
ovários produzem Ácido
abscísico (ABA) auxinas em quantidade
suficiente para provocar

o seu desenvolvimento, o que acarreta a formação É um
fitormônio produzido nas folhas, na coifa e no caule,

dos frutos partenocárpicos, que são desprovidos sendo
transportado através do sistema de condução da

de sementes, como no caso da banana. planta. Sua
concentração nas sementes e frutos é elevada,

A partenocarpia pode ser obtida artificialmente, mas ainda não está esclarecido se ele é produzido

usando-se uma pasta de AIA aplicada no local ou se é apenas transportado para esses órgãos. ou com pulverização. O ácido abscísico atua como antagonista de outros hormônios

• **2,4-D (ácido diclorofenoxiacético)** – É uma auxina vegetais, inibindo o crescimento e o desenvolvimento

sintética usada como herbicida, isto é, usada no das plantas, uma vez que induz a dormência de gemas

combate ao crescimento de ervas daninhas e de sementes. Assim, esse fitormônio é o principal

(carrapichos, picões, etc.) em campos de cultivo responsável pelo fenômeno da dormência das sementes,

de monocotiledôneas. As monocotiledôneas são isto é, pelo fato de elas não germinarem imediatamente

dicotiledôneas. Assim, a aplicação de grande quantidade áridas, por exemplo, as sementes só germinam após serem desse hormônio em campos de cultivo impede o lavadas por uma chuva, que remove o excesso de ácido menos sensíveis à ação dessa auxina do que as após serem produzidas. Em certas plantas de regiões

desenvolvimento de dicotiledôneas indesejáveis

abscísico nelas presente. Em outras espécies de plantas, monocotiledôneas, como o milho. a quebra da dormência das sementes se faz através (ervas daninhas), sem afetar o desenvolvimento de

de mecanismos que degradam o ácido abscísico. Na maior fruticultura, especialmente na citrocultura. O 2,4-D parte dos casos, é a relação entre as taxas desse hormônio Outra importante aplicação dessa auxina é na

pulverizado em laranjeiras evita a queda prematura e as taxas de giberelinas que determina se a semente

dos frutos, melhorando o rendimento da colheita. continuará em dormência ou começará a germinar.

Em certas situações, o ácido abscísico também atua

• **ANA (ácido α -naftalenoacético)** – Também é no mecanismo de fechamento dos estômatos. Por exemplo,

uma auxina sintética utilizada para induzir floração quando o suprimento de água numa planta diminui,

simultânea em plantações de abacaxis, promovendo, a concentração desse hormônio aumenta muito nas

além disso, uma maturação simultânea (numa folhas, fazendo com que as células-guarda dos estômatos

mesma época) de toda a plantação. eliminem potássio e se tornem flácidas, o que determina

giberelinas o fechamento do ostíolo.

São substâncias normalmente produzidas em pequenas

Etileno

quantidades no embrião das sementes, no meristema apical

do caule e em folhas jovens. É um hormônio de natureza gasosa produzido em diversas

Atualmente, são conhecidos mais de vinte tipos diferentes partes da planta. A presença de etileno já foi verificada em

de giberelinas, dos quais o mais comum é o ácido giberélico, todos os órgãos dos vegetais, com exceção das sementes.

também conhecido por giberelina A ou GA . 33 Uma de suas funções principais é a de estimular o

crescimento e a distensão celular de caules e de folhas, mas envolve diversas alterações fisiológicas desencadeadas pela têm pouco efeito sobre o crescimento das raízes. Plantas presença de etileno, que é produzido naturalmente pelo Assim como as auxinas, as giberelinas promovem o amadurecimento de frutos. O amadurecimento de um fruto

geneticamente anãs podem crescer e chegar a seu tamanho

próprio fruto. Entre essas alterações, destacamos: mudança normal se receberem pulverização desse hormônio.

da coloração, devido à degradação da clorofila e à síntese de

Juntamente com as auxinas, as giberelinas estimulam o novos pigmentos; conversão do amido e de diversos ácidos desenvolvimento dos ovários e a consequente formação de

frutos. Misturas desses dois hormônios têm sido utilizadas estocados no fruto em açúcares (frutose, glicose), que lhe

na produção de frutos partenocárpico. dão sabor adocicado; quebra parcial das paredes celulares,

Esses hormônios também atuam na quebra de dormência tornando os tecidos do fruto mais macios; síntese de diversas

de sementes, antecipando o processo de germinação das substâncias responsáveis pelo sabor típico de cada fruto.

mesmas. As giberelinas ativam a produção de enzimas que Frutos guardados em conjunto eliminam boas quantidades

permitem ao embrião utilizar as substâncias de reserva de etileno. Se estiverem em ambiente fechado, atingirão a

contidas na semente, por exemplo, o amido. maturação mais rapidamente. Um fruto maduro junto de

Citocininas

outros ainda verdes provocará o amadurecimento destes mais

rapidamente. Por esse motivo é que se diz que um só fruto

Fitormônios que têm como principal ação estimular a podre perto de outros sadios provoca o apodrecimento de todos.

divisão celular (mitoses). São produzidas nas raízes e Uma importante aplicação prática dos conhecimentos

transportadas, através do xilema, para todas as partes da planta. A ação do etileno é o retardamento do processo de

planta. Embriões e frutos também produzem citocininas. amadurecimento dos frutos destinados ao armazenamento e

As citocininas ainda retardam o envelhecimento das folhas. à exportação. Os frutos devem ser transportados e mantidos

As folhas, ao envelhecerem, ficam amareladas e murchas, em câmaras com altas taxas de CO_2 , pois esse gás inibe a

o que caracteriza a senilidade. A aplicação de citocininas em ação do etileno. Além disso, as câmaras devem ter pequenas

certas verduras retarda a senilidade, melhorando, portanto, a taxa de O₂ e baixas temperaturas, já que esses dois fatores retardam a preservação desses produtos. inibem a síntese do etileno.

134 Coleção Estudo

Hormônios e movimentos vegetais

O gás etileno também pode ter outra origem que não

Fototropismo

as plantas. Quando produzido pela própria planta, fala-se

que ele é endógeno; quando de origem externa, é dito Crescimento dos órgãos vegetais orientado segundo

exógeno. O etileno exógeno também exerce efeito sobre o estímulo

luminoso (luz). Quando o crescimento se dá

as plantas. Esse gás é intensamente liberado, por exemplo, em direção à fonte de luz, tem-se um fototropismo positivo;

pela queima do querosene, da gasolina e da madeira. Por quando o crescimento se dá no sentido contrário à fonte

isso, muitos fruticultores estimulam a maturação dos frutos, luminosa, tem-se o fototropismo negativo. Em geral, caules

guardando-os em ambientes com o fogão a lenha aceso e folhas apresentam fototropismo positivo, e as raízes,

ou promovendo a queima de serragem no ambiente. Se fototropismo negativo. for usada alguma outra fonte de calor (eletricidade, por

exemplo), não haverá estímulo para a maturação. Isso Caule crescendo

prova que não é o calor que incentiva a maturação dos em direção à luz (fototropismo positivo) frutos, mas alguma substância presente no ar, derivada da queima da madeira.

Raiz crescendo

Muitos fruticultores já dispõem, também, de câmaras de em direção contrária à luz

etileno para promover o amadurecimento rápido dos frutos (fototropismo negativo)

que são coletados ainda verdes.

geotropismo (gravitropismo) O etileno ainda tem um efeito indutor de floração. Algumas

plantas, como o abacaxi, a maçã e a manga, podem entrar

Crescimento dos órgãos vegetais orientado segundo

em floração com a queima de serragem, de palha ou do

o centro da gravidade. Em geral, as raízes apresentam gás que era usado, no passado, na iluminação das ruas.

geotropismo positivo e os caules, geotropismo negativo.

O etileno é um dos produtos dessas queimas.

Quando um órgão, como os ramos laterais, crescem

Outra função do etileno é, juntamente com as auxinas, horizontalmente, fala-se em plagiogeotropismo.

induzir a abscisão das folhas. Nas regiões de clima **A**

temperado, por exemplo, a concentração de auxina nas **gi**

folhas de plantas decíduas diminui no outono. Isso induz

etileno. Esse hormônio enfraquece as células a tal ponto que (Geotropismo modificações na base do pecíolo, que passa a produzir

Caule **OLO**

negativo) **Bi**

o peso da folha é suficiente para romper sua ligação com

caule; a folha, então, se destaca e cai.



Uma observação muito antiga é a de que o gás de Raiz

iluminação provocava intenso desfolhamento das árvores (Geotropismo próximas aos postes ou lampiões. Isso era provocado pelo positivo)

etileno liberado pela queima do gás
utilizado nesse tipo quimiotropismo de
iluminação.

Crescimento da estrutura vegetal orientado segundo uma
substância química. É o caso, por exemplo, do crescimento

MOVIMENTOS VEGETAIS do tubo polínico
em direção ao óvulo. Tal crescimento é estimulado por substâncias
produzidas pelo saco embrionário

(gametófito
feminino).

Os movimentos das plantas são reações destas a
estímulos ou agentes excitantes do meio externo e, às **Polinização**
vezes, do próprio meio interno da planta. Em alguns deles, Tubo
polínico em detalhe os agentes e o mecanismo são bem conhecidos.
Outros,

porém, permanecem objeto de investigação científica. Tais Grão de pólen
Estilete movimentos podem ser dos seguintes tipos: tropismos, Núcleos

tactismos e nastismos. espermáticos Tubo

polínico

Tropismos Núcleo vegetativo Saco que orienta o embrionário
crescimento Ovário

São movimentos de crescimento ou curvatura Óvulo
orientados em relação a um estímulo externo, que Carpelos podem ser
positivos ou negativos. São positivos quando
o crescimento se processa no sentido do estímulo ou **Quimiotropismo do**

do agente excitante e negativos quando realizado em Um caso particular de quimiotropismo é o hidrotropismo,

sentido contrário. movimento de crescimento orientado pela água, como o

Entre os tropismos destacamos: fototropismo, geotropismo, verificado nas raízes que crescem em direção a locais onde

quimiotropismo e tigmotropismo. há maior disponibilidade de água.

Editora Bernoulli 135

Frente D Módulo 24

Tigmotropismo quimiotactismo

Crescimento do órgão vegetal orientado segundo um Deslocamento orientado segundo uma substância química.

estímulo mecânico de contato. É o caso, por exemplo, Também pode ser positivo ou negativo, conforme esse

das gavinhas, que crescem se enrolando em torno de um deslocamento se dê em direção à substância química ou em

suporte. Admite-se que o enrolamento verificado deve-se sentido contrário. Como exemplo, temos o quimiotactismo

ao contato do órgão com o suporte. positivo de anterozoides em direção à oosfera, como ocorre

em briófitas e pteridófitas. A atração exercida pela oosfera

sobre os anterozoides se deve a substâncias excitantes

produzidas por ela e por células do próprio arquegônio.

Nastismos (nastias)

Nastismos, nastias ou movimentos násticos são
Gavinha movimentos não orientados, isto é, independentemente
do sentido e da direção de incidência do estímulo ou



agente excitante, o movimento sempre ocorrerá segundo



um determinado padrão. Esses movimentos tanto podem



ser influenciados por fatores difusamente distribuídos na



natureza quanto por fatores internos da própria planta.

Como exemplos de movimentos násticos, podemos citar:



Tigmotropismo – Ápice de um pé de chuchu mostrando as gavinhas enroladas em um suporte.

Fotonastismo

Tactismos É provocado pelas variações de luz nos períodos dia-noite.



Em certas flores, como a dama-da-noite, por exemplo, as



pétalas se voltam para cima durante o dia e para baixo



São movimentos de deslocamento orientados em relação



durante a noite, posição que promove a abertura da corola.

a um estímulo ou excitante externo. Também podem ser



Já no dente-de-leão, a incidência de luz forte faz com que

positivos ou negativos, conforme o deslocamento se dê em



toda a inflorescência se abra, enquanto em luz fraca ou no



direção ao estímulo ou em sentido contrário a este.

escuro ela se
fecha.



Dependendo da natureza do estímulo, podemos ter



fototactismo e quimiotactismo. **Termonastismo**



Fototactismo Movimento desencadeado por variações de temperatura. As flores da tulipa, por exemplo, abrem-se em temperaturas altas e fecham-se em temperaturas baixas. Quando esse deslocamento

é feito em direção a uma

fonte de luz, temos o fototactismo
positivo; quando o Tigmonastismo
deslocamento se dá no sentido contrário à fonte luminosa,

temos o fototactismo negativo. Como exemplo, podemos

Movimento observado em plantas insetívoras, como

citar o fototactismo realizado por algumas clorófitas (algas

a *Drosera* sp. As folhas dessa planta têm limbo dotado

verdes), como a *Euglena* e a *Chlamydomonas*.

de líquido pegajoso e também possuem tentáculos, em

Concentração de algas cujo ápice existem bolsas contendo sucos digestivos.



Quando um inseto pousa sobre o limbo, fica preso e começa



Luz forte a se debater, o que provoca o movimento dos tentáculos
A que, entrando em contato com o corpo do inseto, liberam



o suco
digestivo.



Concentração de algas



Luz fraca B

Inseto



Fototactismo realizado por Chlamydomonas – A. As algas



Tentáculos

acumulam-se no lado oposto à fonte de luz intensa. Apresentam,

nesse caso, fototactismo negativo. **B.** As algas modificam seu comportamento quando expostas à luz muito fraca. Ao invés

de fugirem da luz, aglomeram-se ao lado desta. O fototactismo Limbo com líquido pegajoso agora é positivo.

136 Coleção Estudo





■

■

■

■

■

■

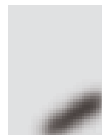
■

■



■

■



■



■

■

1. **Introduction**

2. **Methodology**

3. **Results**



4. **Conclusion**

5. **References**

6. **Appendix**



Hormônios e movimentos vegetais

Seismonastismo EXERCÍCIOS DE Fixação

Movimento relacionado a alterações relativamente 01.

(UFSCar-SP) Analise os quatro casos a seguir:

rápidas no turgor (turgescência) de determinadas células.

É o que acontece, por exemplo, com as folhas da *Mimosa* Algas do gênero *Chlamydomonas* são muito ágeis, *pudica*, também conhecida por sensitiva ou dormideira. fazendo movimentos muito rápidos, por meio de

rotação de dois flagelos. Submetendo-se uma cultura

Quando a planta é tocada, as células da base dos seus **Caso 1** dessas algas a um foco de luz intensa, elas se folíolos murcham rapidamente devido à perda de íon potássio acumulam do lado oposto ao da incidência da luz, e de água para os ramos, e as folhas dobram-se para cima. enquanto a um foco de luz fraca elas se aglomeram

ao seu redor.

Essa reação se propaga rapidamente da região estimulada

para as folhas vizinhas, fazendo com que elas também se Ervas-de-passarinho, pertencentes à família das

dobrem. Essa propagação se dá por meio da despolarização das plantas. A primeira raiz, orientada pela direção **Caso 2** lorantáceas, germinam sobre a casca de outras

que acontece na propagação do impulso nervoso nos neurônios o suporte, nele se fixando e originando raízes sugadoras. dos animais, mas com velocidade bem menor. membranas celulares, provavelmente de modo semelhante ao de incidência dos raios luminosos, dirige-se para

Há plantas cujas pétalas se abrem fazendo

Caso 3 iluminadas. Variando a direção de incidência dos uma curvatura para a base da flor, quando são



raios luminosos, a reação é sempre a mesma.



As folhas de *Mimosa pudica*, quando excitadas por

▪

Estimulação **Caso 4** um toque, lesão, ou descarga elétrica, dobram mecânica imediatamente seus folíolos.



Púlvino Os casos exemplificam, respectivamente,

▪

A) tactismo, tropismo, nastismo, seismonastia.

B) tropismo, tactismo, nastismo, seismonastia. **A**

Células perdem turgor D) nastismo, tropismo, tactismo, seismonastia. **turgor** C) seismonastia, tactismo, tropismo, nastismo. **gi**

E) tactismo, seismonastia, nastismo, tropismo. **OLO**

Células mantêm **Bi**

turgor 02. (UFMG)

+

Folículo aberto Folículo fechado Aceleração

Seismonastismo da Mimosa pudica – O dobramento dos

folículos leva entre 1 e 2 segundos e resulta de uma rápida

diminuição da turgescência das células dos púlvinos (pequenas dilatações na base dos folíolos, constituídas por células capazes de alterar rapidamente o seu turgor).

O seismonastismo ocorre ainda em certas plantas insetívoras, – como a *Dionaea muscipula*, que fecham rapidamente suas folhas para a captura de insetos. Nessa planta, as folhas são

articuladas na região mediana e cada uma de suas metades vegetais e a concentração de auxina, qual a alternativa possui pelos sensitivos. Quando um inseto, atraído pelo néctar, pousa sobre a superfície foliar, ele toca nesses pelos, desencadeando o rápido fechamento da folha, de modo A) A mesma concentração de auxina provoca o crescimento do caule e da raiz com igual intensidade. que **MELHOR** interpreta os resultados nele contidos?

semelhante a uma armadilha. Nesse caso, o toque provocou o crescimento do caule e da raiz com igual intensidade.

alterações no turgor das células que mantinham abertas as B) O crescimento máximo da raiz é estimulado pela

metades da folha. mesma concentração de auxina que provoca

o crescimento máximo do caule.



C) O crescimento da raiz é inibido por concentrações de

auxina inferiores àquelas que inibem o crescimento

do caule.

D) O crescimento da raiz é estimulado por concentrações

de auxina superiores àquelas que estimulam

o crescimento do caule.

E) Existe uma concentração de auxina que estimula,

Folha de Dionaea, com limbo articulado para capturar insetos. ao mesmo tempo, crescimento igual da raiz e do caule.

Editora Bernoulli 137

Frente D Módulo 24

03. (FCMSC-SP) Foi realizado o seguinte experimento: de dois

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

coleóptilos retiraram-se as pontas e colocaram-se blocos

de ágar contendo hormônio de crescimento, conforme **01.** (UDESC-2010) Os hormônios vegetais são substâncias

o esquema mostrado a seguir (observar a presença que estimulam, inibem ou modificam os processos

de um controle): fisiológicos da planta. Eles podem agir à distância do seu

local de síntese e são específicos.

Ágar

Associe a primeira coluna de acordo com a segunda.

(1) Auxina

I Controle (2) Giberelina II (3) Ácido abscísico

Após certo tempo, (5) Citocinina

A) I curva-se para a esquerda e II curva-se para a direita. () Envelhecimento vegetal, queda das folhas

B) I curva-se para a direita e II curva-se para a esquerda. e amadurecimento de frutos.

C) ambos curvam-se para o mesmo lado se mantidos () Divisão celular e desenvolvimento de gemas laterais.

ambos no escuro. () Inibição da germinação de sementes e das gemas

D) ambos se comportarão como controle se os três durante condições desfavoráveis.

coleóptilos forem mantidos no escuro. () Alongamento de caule e estímulo à formação de raízes.

E) se os três coleóptilos forem iluminados unilateralmente,

() Estímulo à germinação de sementes.

o crescimento dos três será exatamente o mesmo

e uniforme. Assinale a alternativa que contém a sequência **CORRETA**,

de cima
para baixo.

04. A) 4 – 3 – 5 – 1 – 2 (PUC Minas) É muito comum escutar

I. uma maçã podre, no meio de outras sadias, provoca B) 5 – 3 – 2 – 1 – 4

deterioração das demais. C) 5 – 4 – 3 – 2 – 1

D) 4 – 5 – 3
– 1 – 2

II. uma laranja podre, num saco de laranjas,

faz apodrecer as demais. E) 3 – 5 – 4 – 2 – 1

III. embrulhar abacate em jornais favorece seu **02.** (PUC-SP) O mecanismo de brotamento nos vegetais após

amadurecimento.

a realização da poda baseia-se no fato de terem sido

IV. pendurar cacho de bananas perto do fogão à lenha eliminados órgãos

favorece seu amadurecimento. A) formadores de AIA, cujo excesso inibe o crescimento

V. colocar frutas de exportação em presença de CO de outras gemas. 2

e temperaturas baixas evita seu amadurecimento. B) inibidores da formação de AIA, que provia o

crescimento de outras gemas.

Isso pode ser explicado, entre outros fatores, pelo

seguinte hormônio: C) que utilizavam todo o AIA da planta, promotor

de
crescimento.

A) Auxina

D) que destruíam todo o AIA da planta.

B) Giberelina

E) que impediam a síntese de AIA.

C) Citocinina

D) Etileno **03.** (Mackenzie-SP) Carros frigoríficos são usados para

E) Ácido abscísico

transportar frutos a grandes distâncias, sem que

05. (UFC) Os movimentos de curvatura das plantas A) acelera o processo de respiração e aumenta a auxina. amadureçam. Isso é possível, pois a baixa temperatura

determinados e orientados por estímulos do meio externo

B) inibe a síntese de gás etileno e reduz a respiração.

denominam-se

C) aumenta a quantidade de ácidos e interrompe

A) tactismos. a fotossíntese.

B) nastismos. D) inibe a decomposição da clorofila e aumenta

C) cineses. a produção de etileno.

D) tropismos. E) inibe a respiração e acelera a fotossíntese.

138 Coleção Estudo

Hormônios e movimentos vegetais

04. (PUC Minas) A poda de produção de fruticultores **08.** (VUNESP) Ao se fazer uma cerca viva, podam-se os ápices

é feita com finalidade de aumentar o número de ramos das plantas. Essa técnica, desenvolvida pelos agricultores

e, conseqüentemente, flores e frutos. O hormônio muito antes de se conhecer os hormônios vegetais,

responsável por esse efeito é consiste em

A) 2,4-D. D) ANA. A) estimular a dominância apical.

B) ABA. E) AIA. B) estimular a dormência das gemas laterais.

C) GA₃ . C) estimular a produção de auxina para manter

05. a dominância apical. (FUVEST-SP) Um dos gases liberados por automóveis

é o etileno. Esse gás poderá causar nas plantas D) impedir a quebra da dormência das gemas laterais.

A) queda das folhas. E) impedir a produção de auxinas pelas gemas apicais,

B) aumento da pilosidade das raízes. que inibem as gemas laterais.

C) retardamento da senescência foliar.

D) maior crescimento longitudinal dos ramos. **09.** (UFMG) As figuras ilustram o formato de duas árvores,

E) retardamento da degradação da clorofila. em função da prática de poda realizada por jardineiros.

06. (UFRGS) Um comerciante de maçãs, após transportá-las

ainda verdes por 10 dias, em uma câmara frigorífica,

deixou-as em ambiente natural e mandou que fossem

queimados 100 quilos de serragem, de tal forma

que a fumaça entrasse em contato com as frutas. **A**

Esse procedimento acelerou o amadurecimento das **gi**

maçãs, porque

A) diminuiu a quantidade de O no ambiente. 2 **OLO**

B) a fumaça da queima inativou os hormônios do A B **Bi**

amadurecimento nas maçãs.

C) aumentou a quantidade de CO no ambiente. 2

Todas as alternativas apresentam explicações para a

D) a queima da serragem liberou etileno.

manutenção, por um certo tempo, da poda realizada nas

E) para amadurecer mais rapidamente 1 quilo de maçãs,

árvores representadas, **ExCETO**

deve-se queimar 10 quilos de serragem.

A) As gemas, nas plantas A e B, crescem devido à ação

07. de hormônios. (FCC-SP) Se no esquema a seguir a planta, durante alguns

dias, der lentamente uma volta em torno de si mesma, B) A gema apical, na planta B, exerce dominância

a cada minuto e de acordo com o sentido da flecha, ao sobre as gemas laterais, inibindo o desenvolvimento

de galhos novos.

fim desse tempo você espera que

C) As gemas laterais estimulam o crescimento da gema apical, na planta B, promovendo um crescimento

Sistema de relógio desigual de folhas.

D) As gemas laterais, na planta A, desenvolvem-se



na ausência da gema apical.



10. (FCMSC-SP) Existem flores, como a dama-da-noite, cujas



Planta



pétalas se curvam para cima durante o dia e para baixo



Suporte

durante a noite, abrindo-se. Esse tipo de movimento é

A) não haja modificações na direção ou no sentido do A) geotropismo.

crescimento do caule.

B) tigmotropismo.

B) ela apresente um geotropismo negativo no caule.

C) quimiotropismo

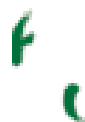
C) ela apresente um geotropismo positivo no caule.

D) haja inversão do sentido de crescimento do caule. D) tactismo.

E) ela cresça em zigue-zague. E) nastismo.







1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

1

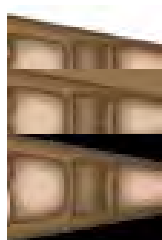
2

3

4

5

6







.



.

.

.





Frente D Módulo 24

11. (UFAC–2011) A adaptação dos vegetais ao meio ambiente A) distribua uniformemente nas faces do caule, estimulando

e às situações de estresse a que eles podem estar expostos o crescimento de todas elas de forma igual.

é resultado de um eficiente mecanismo metabólico, B) acumule na face inferior do caule e, por isso,

onde os hormônios desempenham papel fundamental. determine um crescimento maior dessa parte.

As figuras a seguir ilustram dois experimentos clássicos C) concentre na extremidade do caule e, por isso, iniba

realizados com vegetais. a crescimento nessa parte.

Experimento I D) distribua uniformemente nas faces do caule e, por Experimento II

isso, iniba o crescimento de todas elas.

E) concentre na face inferior do caule e, por isso, iniba

Estresse hídrico a atividade das
gemas laterais.

Estômato fechado

02. Em ruas e avenidas arborizadas, periodicamente as
companhias distribuidoras de eletricidade realizam cortes
Luz da parte superior das árvores que estão em contato com
os fios elétricos de alta tensão. As podas são necessárias
para evitar problemas que podem ocorrer em dias
chuvosos e de fortes ventos.

Ambiente úmido O hormônio vegetal responsável pelo alongamento dos

Estômato aberto

caules e raízes é o AIA (ácido indolilacético). No caule,

A opção que indica, respectivamente, os hormônios o principal local de produção
deste hormônio é a gema

vegetais envolvidos com os resultados dos experimentos apical que, enquanto
presente, inibe o desenvolvimento

observados é:

das gemas laterais, fenômeno conhecido por dominância

A) Auxina e giberelina D) Citocinina e giberelina apical. A poda consiste na
retirada da gema apical e,

B) Auxina e etileno E) Auxina e ácido abscísico consequentemente, ao fazê-la
cessa a dominância apical,

C) Ácido abscísico e etileno o que permite as gemas laterais se desenvolverem

formando novos ramos.

Seção ENEM

Com base nas informações do texto e em outros conhecimentos sobre a fisiologia vegetal, é correto dizer

01. que após o corte da região apical que estava atingindo (Enem-2010) A produção de hormônios vegetais (como

a auxina, ligada ao crescimento vegetal) e sua distribuição os fios elétricos poderá ocorrer

pelo organismo são fortemente influenciadas por fatores A) interrupção apenas do desenvolvimento das gemas

laterais.

ambientais. Diversos são os estudos que buscam

compreender melhor essas influências. O experimento B) interrupção do desenvolvimento da gema apical e das

gemas
laterais.

seguinte integra um desses estudos.

C) desenvolvimento das gemas laterais, formando



novos
ramos.

D) desenvolvimento da gema apical, diminuindo
a formação de novos ramos laterais.

E) desenvolvimento da gema apical, estimulado pelas

gemas
laterais.

planta vaso gABARiTO

sentido

do giro **Fixação**

sistema 01. A 02. C 03. C 04. D 05. D de relógio

Proposto

01. D 04. E 07. A 10. E 02. A 05. A 08. E 11. E

suporte 03. B 06. D 09. C

O fato de a planta do experimento crescer na direção **Seção**
Enem

horizontal, e não na vertical, pode ser explicado pelo 01. A 02. C

argumento de que o giro faz com que a auxina se

140 Coleção Estudo